

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-120348

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F01N 3/20

F02D 41/06

F02D 45/00

(21)Application number : 2001-315828

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 12.10.2001

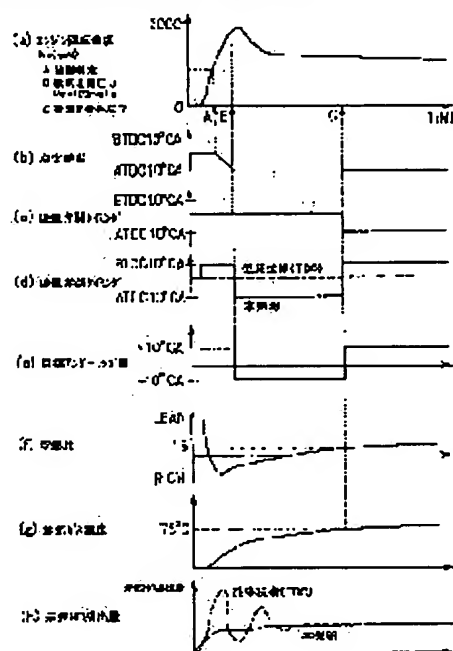
(72)Inventor : MAJIMA YOSHIHIRO

(54) VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a valve timing control device for an internal combustion engine that reduces unburned HC generated in combustion.

SOLUTION: Upon a start of a start-up of an engine, the closing timing of an exhaust valve is advanced to confine in a combustion chamber combustion gas including more quenched HC and wet fuel than after a warm-up of the internal combustion engine. When the pressure of an intake passage falls below 600 mmHg at a point B in Fig. 15 (a), the closing timing of the exhaust valve is retarded in order to cause combustion gas to be aspirated again into the combustion chamber. Unburnt HC included in combustion gas can thus contribute to combustion again to reduce degradation in emissions. As shown in Fig. 15 (e), a target underlapping degree is set depending on the intake passage pressure of the internal combustion engine to appropriately control the combustion gas aspirated again into or confined in the combustion chamber.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the valve timing control unit of the internal combustion engine which has the exhaust valve adjustment device of the exhaust valve arranged by the internal combustion engine which adjusts closed timing at least, and the 1st operational status detection means which detects or presumes an internal combustion engine's operational status, and is characterized by for said exhaust valve adjustment device to control the closed timing of said exhaust valve to a tooth-lead-angle or lag side to an inhalation-of-air top dead center based on the operational status detected or presumed by said operational status detection means.

[Claim 2] Said 1st operational status detection means is a means to detect or presume the parameter about the pressure of an inhalation-of-air path, or a pressure as an internal combustion engine's operational status. Said exhaust valve adjustment device When the parameter about the pressure detected or presumed by said 1st operational status detection means or a pressure is larger than a predetermined value, When the parameter about the pressure which controlled so that the closed timing of said exhaust valve became a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center, and was detected or presumed by said 1st operational status detection means, or a pressure is smaller than a predetermined value, The valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a lag side to an inhalation-of-air top dead center.

[Claim 3] It has the 2nd operational status detection means which detects an internal combustion engine's operational status. Said 2nd operational status detection means The inside of the fuel injected from the injector which supplies a fuel to an internal combustion engine, The fuel wet amount which adheres all over an inhalation-of-air path, and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall are presumed. Said exhaust valve adjustment device When controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status, It is based on said presumed fuel wet amount and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to a cylinder wall. The valve timing control unit of an internal combustion engine given in either claim 1 characterized by setting up the spark advance level from the inhalation-of-air top dead center of the closed timing of said exhaust valve, or claim 2.

[Claim 4] Said exhaust valve adjustment device is the valve timing control unit of the internal combustion engine of any one publication of claim 1 characterized by setting up the retardation quantity from an inhalation-of-air top dead center so that the period which an internal combustion engine's inlet valve and said exhaust valve are opening to coincidence may turn into a predetermined period, when controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a lag side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status detected by said 1st operational status detection means thru/or claim 3.

[Claim 5] It has an inhalation-of-air valve-control means of said inlet valve to adjust open timing at least. Said 2nd operational status detection means A combustion condition detection means to detect an internal combustion engine's combustion condition is included. Said inhalation-of-air valve-control means When the conditions from which the unburnt hydrocarbon in a flueway starts oxidation reaction are satisfied as a combustion condition detected by said combustion condition detection means, the lag of the open timing of said inlet valve is carried out. Said exhaust valve

control means is the valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 4 characterized by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust valve when the combustion condition detected by said combustion condition detection means is stable.

[Claim 6] It has an air-fuel ratio detection means to detect an internal combustion engine's combustion air-fuel ratio, and an exhaust gas temperature detection means to detect or presume the temperature of the exhaust gas discharged by the internal combustion engine. Said combustion condition detection means The temperature of the exhaust gas detected or presumed by said exhaust gas temperature detection means is higher than predetermined temperature. It judges with an internal combustion engine's combustion condition being stable when the air-fuel ratio of the combustion gas detected by said air-fuel ratio detection means is predetermined Lean. And said exhaust valve control means The valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust valve based on the judgment result by said combustion condition detection means.

[Claim 7] The exhaust valve adjustment device of the exhaust valve arranged by the internal combustion engine which adjusts closed timing at least, It has the 2nd operational status detection means which detects or presumes an internal combustion engine's operational status. Said exhaust valve adjustment device Being [it / with said 2nd operational status detection means] alike in operation from the time of an internal combustion engine's starting between the colds and detection Or the valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by controlling the closed timing of said exhaust valve by said exhaust valve adjustment device to a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status presumed.

[Claim 8] The inside of the fuel injected from the injector with which said 2nd operational status detection means supplies a fuel to an internal combustion engine, The fuel wet amount which adheres in an inhalation-of-air path, and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall are presumed. Said exhaust valve adjustment device When controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status detected by said 2nd operational status detection means, The valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 7 characterized by setting up the spark advance level from the inhalation-of-air top dead center of the closed timing of said exhaust valve based on said presumed fuel wet amount and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall.

[Claim 9] It is the valve timing control unit of the internal combustion engine which has the exhaust valve arranged by the internal combustion engine and the exhaust valve adjustment device of said exhaust valve which adjusts closed timing at least, and is characterized by controlling said exhaust valve adjustment device so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center at the time of an internal combustion engine's starting.

[Claim 10] The combustion gas processing means for processing the combustion gas which is prepared in an internal combustion engine's exhaust air system, and is discharged by the internal combustion engine, It has a throughput detection means to detect or presume the combustion gas throughput of said offgas treatment means. Said exhaust valve adjustment device When it is detected that the capacity to process the combustion gas by said combustion gas processing means with said throughput detection means at the time of an internal combustion engine's starting is low, The valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 9 characterized by controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center at the time of an internal combustion engine's starting.

[Claim 11] Said exhaust valve adjustment device is the valve timing control unit of an internal combustion engine given in either claim 9 characterized by controlling so that the closed timing of said exhaust valve consists of the time of an internal combustion engine's starting a lag side to an inhalation-of-air top dead center in a predetermined period, or claim 10.

[Claim 12] It is the valve timing control unit of the internal combustion engine which has the exhaust valve arranged by the internal combustion engine and the exhaust valve adjustment device of said exhaust valve which adjusts closed timing at least, and is characterized by controlling said exhaust valve adjustment device so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle

side to an inhalation-of-air top dead center when it is in the condition that the combustion gas discharged by the flueway from the internal combustion engine cannot be re-inhaled in the amount of requests, and an internal combustion engine's cylinder.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the regulation on the harmful gas component discharged by an internal combustion engine's combustion is severe. Then, the technique of reducing the harmful gas component discharged by this combustion is studied widely. It is a time of a catalytic converter like [at the time of an internal combustion engine's cold start] being in an inactive condition that this injurious ingredient becomes especially a problem. For example, in the active state, when an air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, as for the three way component catalyst widely known as a catalytic converter, it is known that the rate of purification will become high most. However, as mentioned above, since the catalytic converter has not carried out activity at the time of a cold start, it is emitted to atmospheric air, without purifying the harmful gas component generated by combustion. Emission will get worse by this.

[0003] Then, the technique indicated by JP,11-336574,A from the former is known. This technique is a technique for controlling discharge of hydrocarbon (HC) gas as one of the harmful gas components, and making an internal combustion engine's cylinder once re-inhale again the combustion gas discharged by the flueway is indicated by controlling the stage which the intake valve and the exhaust air bulb are opening to coincidence, and the so-called amount of bulb overlap.

[0004] Thus, discharge of HC gas can be controlled by making the unburnt HC gas contained in combustion gas contribute to combustion again by making the combustion gas discharged all over the flueway re-inhale in a cylinder. However, if the amount of combustion products re-inhaled in a cylinder increases, since the rate of the amount of exhaust gas to new mind becomes large, combustion will become unstable. In order to prevent that the amount of combustion products re-inhaled in a cylinder to this technical problem becomes large, the amount of overlap is controlled by especially the technique of JP,11-336574,A below to a predetermined value. By this, since the period which the intake valve is opening becomes short when the exhaust air bulb is open, the re-inhalation amount of combustion products to new mind can be controlled, and an above-mentioned technical problem is solved.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the amount of re-inhalation of combustion gas is decided by differential pressure of the amount of overlap, and the pressure in an inhalation-of-air path and the pressure in a flueway. That is, when the differential pressure of the pressure in an inhalation-of-air path and the pressure in a flueway is small, exhaust gas cannot be made to fully re-inhale in a cylinder, but there is a possibility that the effectiveness of reducing unburnt [HC] may fully be unutilizable.

[0006] Especially this problem is a technical problem which appears at the time of engine starting, and since it has not reached idle rotational speed yet at the time of engine starting, it cannot obtain the pressure in sufficient inhalation-of-air path for making combustion gas re-inhale in a cylinder. For this reason, the lag of the closing timing of an exhaust air bulb cannot be carried out like the technique of above-mentioned JP,11-336574,A, and re-inhalation of combustion gas cannot fully be performed at the time of starting by the approach of making combustion gas re-inhaling in a cylinder

by controlling the amount of bulb overlap. Since the catalytic converter has not carried out activity especially at the time of starting between the colds, it is emitted to atmospheric air, without purifying unburnt [HC], and there is a possibility of worsening emission.

[0007] Moreover, the fuel which is not contributed to combustion even if combustion within a cylinder is performed, when the fuel injection at the time of starting between the colds lights an ignition plug, since the atomization condition of a fuel usually gets worse as compared with operation will be pushed against a cylinder wall by explosion. Since the fuel pushed against the cylinder wall has a small area put to the air in a cylinder, it stops contributing it to combustion further. And unburnt [which adhered to the cylinder wall, without contributing to this combustion / HC] has a possibility that it may be emitted to a flueway, when it is run through by rise of a piston and an exhaust air bulb opens. (Below, this HC is called Quenching HC) It sets it as the 1st purpose that the invention in this application offers the valve timing control unit of the internal combustion engine which it is made [internal combustion engine] in view of an above-mentioned technical problem, and can always reduce discharge unburnt [HC] there.

[0008] Moreover, even if it is at the cold starting time, it sets it as the 2nd purpose to offer the valve timing control unit of the internal combustion engine which can reduce unburnt HC gas to a flueway.

[0009]

[Means for Solving the Problem] According to invention of claim 1, it has the exhaust valve adjustment device of the exhaust valve arranged by the internal combustion engine which adjusts closed timing at least, and the 1st operational status detection means which detects or presumes an internal combustion engine's operational status, and said exhaust valve adjustment device controls the closed timing of said exhaust valve to a tooth-lead-angle or lag side to an inhalation-of-air top dead center based on the operational status detected or presumed by said 1st operational status detection means.

[0010] Thereby, if the operational status detected by the 1st operational status detection means is in the condition that combustion gas cannot fully be re-inhaled to a combustion chamber, combustion gas can be confined in a combustion chamber by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve. Thus, since the unburnt hydrocarbon (it calls unburnt [HC] hereafter) contained in combustion gas by confining combustion gas in a combustion chamber can be made to contribute to next combustion, emission can be reduced. And when combustion gas can fully be re-inhaled to a combustion chamber as operational status, by carrying out the lag of the closed timing of an exhaust valve, a combustion chamber can be made to be able to re-inhale combustion gas, and unburnt HC gas can be reduced.

[0011] By the above configuration, discharge of unburnt HC gas can always be reduced and the 1st purpose of controlling emission can be attained.

[0012] Claim 2 said 1st operational status detection means It is a means to detect or presume the parameter about the pressure of an inhalation-of-air path, or a pressure as an internal combustion engine's operational status. Said exhaust valve adjustment device When the parameter about the pressure detected or presumed by said 1st operational status detection means or a pressure is larger than a predetermined value, When the parameter about the pressure which controlled so that the closed timing of said exhaust valve became a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center, and was detected or presumed by said 1st operational status detection means, or a pressure is smaller than a predetermined value, It controls so that the closed timing of said exhaust valve becomes a lag side to an inhalation-of-air top dead center.

[0013] Thereby, based on the parameter about the pressure of an inhalation-of-air path, or a pressure, closed timing of an exhaust valve can be carried out ** and a lag as operational status. That is, by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve, when the differential pressure of the pressure of an inhalation-of-air path and the pressure of a flueway is small, since combustion gas is confined in a combustion chamber, it can reduce unburnt [HC]. On the other hand, since a combustion chamber can be made to re-inhale the combustion gas discharged by the flueway when the differential pressure of the pressure of an inhalation-of-air path and the pressure of a flueway is large, it can reduce unburnt [HC]. By the above configuration, unburnt HC gas can always be reduced and the 1st purpose of controlling emission can be attained.

[0014] It has the 1st operational status detection means which detects an internal combustion engine's operational status like invention of claim 3. Moreover, said 1st operational status detection means The inside of the fuel injected from the injector which supplies a fuel to an internal combustion engine, The fuel wet amount which adheres all over an inhalation-of-air path, and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall are presumed. Said exhaust valve adjustment device When controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status detected by said 2nd operational status detection means, Based on said presumed fuel wet amount and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to a cylinder wall, the spark advance level from the inhalation-of-air top dead center of the closed timing of said exhaust valve may be set up.

[0015] These values can be presumed also in the condition with many unburnt [HC] (Quenching HC is called hereafter) and the wet fuels which adhere to a cylinder wall like at for example, the time of starting between the colds by this. Therefore, the amount of the combustion gas which confines the closed timing of an exhaust valve in a combustion chamber since a spark advance level can be set up according to this value can be adjusted to the optimal amount, by making unburnt [which is contained in this combustion gas / HC] contribute to combustion again, the unburnt HC gas discharged from an engine can be reduced, and emission can be controlled.

[0016] By the way, in order to make a combustion chamber re-inhale the combustion gas discharged by the flueway, making coincidence open an inlet valve and an exhaust valve is known. However, it depends on the differential pressure of the pressure in a flueway, and the pressure in an inhalation-of-air path for the amount of combustion products re-inhaled to a combustion chamber. For this reason, since the differential pressure of a flueway and an inhalation-of-air path is small when the pressure of an inhalation-of-air path is close to atmospheric pressure, even if it makes coincidence open an exhaust valve and an inlet valve, combustion gas cannot be burned again.

[0017] Then, like invention of combustion gas of claim 4 when the re-inhalation to a combustion chamber is possible in operational status, when controlling by the 1st operational status detection means so that the closed timing of said exhaust valve becomes a lag side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status, said exhaust valve adjustment device sets up the retardation quantity from an inhalation-of-air top dead center with it so that the period which an internal combustion engine's inlet valve and said exhaust valve are opening to coincidence may turn into a predetermined period.

[0018] Since the closed timing of an exhaust valve can be set up by this in consideration of the period which is opening to coincidence, the amount of combustion products which a combustion chamber is made to re-inhale is controllable with a sufficient precision.

[0019] In invention of claim 5, it has an inhalation-of-air valve-control means of said inlet valve to adjust open timing at least. Said operational status detection means A combustion condition detection means to detect an internal combustion engine's combustion condition is included. Said inhalation-of-air valve-control means When the conditions from which the unburnt hydrocarbon in a flueway starts oxidation reaction are satisfied as a combustion condition detected by said combustion condition detection means, the lag of the open timing of said inlet valve is carried out. Said exhaust valve control means carries out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust valve, when the combustion condition detected by said combustion condition detection means is stable.

[0020] When the conditions from which unburnt hydrocarbon starts oxidation reaction are satisfied, even if unburnt hydrocarbon is discharged, unburnt hydrocarbon is consumed by oxidation reaction all over a flueway. So, when such conditions are satisfied, it controls like invention of claim 5 for the purpose of the stability of combustion. That is, if the lag of the open timing of an inlet valve is carried out, differential pressure will arise in an inhalation-of-air path and a combustion chamber, and the inhalation-of-air rate of flow will improve. Thereby, atomization of a fuel is promoted and combustion is improved. And it can reduce that the combustion gas discharged by the flueway re-inhales to a combustion chamber in this condition by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve, and the stability of combustion can be improved.

[0021] An air-fuel ratio detection means to detect an internal combustion engine's combustion air-fuel ratio in invention of claim 6, It has an exhaust gas temperature detection means to detect or

presume the temperature of the exhaust gas discharged by the internal combustion engine. Said combustion condition detection means The temperature of the exhaust gas detected or presumed by said exhaust gas temperature detection means is higher than predetermined temperature. And when the air-fuel ratio of the combustion gas detected by said air-fuel ratio detection means is predetermined Lean, it judges with an internal combustion engine's combustion condition being stable, and said exhaust valve control means carries out the tooth lead angle of the closed timing of said exhaust valve based on the judgment result by said combustion condition detection means. [0022] The combustion gas discharged all over a flueway is discharged including unburnt [HC]. In this combustion condition, the combustion condition that the unburnt HC gas in this combustion gas is consumed by oxidation reaction all over a flueway is detected based on an air-fuel ratio and an exhaust-gas temperature. Then, like above-mentioned invention, when a combustion condition oxidizes unburnt [HC] all over a flueway, by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve, it can reduce that combustion gas re-inhales to a combustion chamber, and stability of combustion can be realized.

[0023] At the time of a cold start, a fuel sentiment and Quenching HC are included in combustion gas so much as mentioned above. And in order to reduce this quenching HC and a fuel sentiment, there is a possibility that combustion gas cannot fully be re-inhaled even if it is going to set up the period which opens an inlet valve and an exhaust valve to coincidence like the conventional technique and is going to make a combustion chamber re-inhale the combustion gas in a flueway. This is because it cannot re-inhale at the time of starting even if it opens an inlet valve and an exhaust valve to coincidence since the differential pressure of an inhalation-of-air path and a flueway is small.

[0024] Then, the exhaust valve adjustment device of the exhaust valve arranged by the internal combustion engine in invention of claim 7 which adjusts closed timing at least, It has the 2nd operational status detection means which detects or presumes an internal combustion engine's operational status. Said exhaust valve adjustment device it sets from the time of an internal combustion engine's starting between the colds to operation, and the closed timing of said exhaust valve is controlled by said exhaust valve adjustment device to a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status which is alike with said 2nd operational status detection means, and is detected or presumed.

[0025] Since Quenching HC and a fuel sentiment can confine in a combustion chamber by this the combustion gas contained so much and this quenching HC and a fuel sentiment can be made to contribute to combustion again, unburnt [HC] can be reduced, emission can be reduced, and even if it is at the cold starting time, the 2nd purpose of reducing unburnt HC gas to a flueway can be attained.

[0026] In invention of claim 8, said 2nd operational status detection means The inside of the fuel injected from the injector which supplies a fuel to an internal combustion engine, The fuel wet amount which adheres in an inhalation-of-air path, and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall are presumed. Said exhaust valve adjustment device When controlling so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center based on an internal combustion engine's operational status detected by said 2nd operational status detection means, Based on said presumed fuel wet amount and/or the unburnt hydrocarbon volume adhering to an internal combustion engine's cylinder wall, the spark advance level from the inhalation-of-air top dead center of the closed timing of said exhaust valve is set up.

[0027] These values can be presumed also in the condition with many unburnt [HC] (Quenching HC is called hereafter) and the wet fuels which adhere to a cylinder wall like at for example, the time of starting between the colds by this. Therefore, the amount of the combustion gas which confines the closed timing of an exhaust valve in a combustion chamber since a spark advance level can be set up according to this value can be made [many], by making unburnt [which is contained in this combustion gas / HC] contribute to combustion again, the unburnt HC gas discharged from an engine can be reduced, and emission can be controlled.

[0028] It has the exhaust valve arranged by the internal combustion engine and the exhaust valve adjustment device of said exhaust valve which adjusts closed timing at least, and said exhaust valve

adjustment device is controlled by invention of claim 9 so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center at the time of an internal combustion engine's starting.

[0029] Thereby, unburnt [HC] can confine in a combustion chamber the combustion gas contained so much. Therefore, since it can make unburnt [HC] contribute to combustion again even if the differential pressure of the pressure of an inhalation-of-air path and the pressure of a flueway is small operational status, unburnt [HC] can be reduced and emission can be reduced.

[0030] The combustion gas processing means for processing the combustion gas which is prepared in an internal combustion engine's exhaust air system, and is discharged by the internal combustion engine according to invention of claim 10, It has a throughput detection means to detect or presume the combustion gas throughput of said combustion gas processing means. Said exhaust valve adjustment device When it is detected that the capacity to process the combustion gas by said combustion gas processing means with said throughput detection means at the time of an internal combustion engine's starting is low, it controls so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center at the time of an internal combustion engine's starting.

[0031] When the combustion gas throughput by the combustion gas processing means is low, unburnt [which is generated by combustion / HC] has a possibility that it may be emitted to atmospheric air as it is, without being processed. Then, in order to reduce unburnt [HC], when the exhaust gas throughput of an offgas treatment means is low, the closed timing of an exhaust valve is controlled to become a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center. Thereby, since combustion gas can be confined in a combustion chamber, it can make unburnt [which is contained in combustion gas / HC] contribute to combustion again. Therefore, unburnt [HC] is reduced by the combustion gas discharged and aggravation of emission can be reduced.

[0032] There are an approach of shutting up combustion gas as an approach of reducing unburnt [which is contained in combustion gas / HC], as mentioned above, and a method of making a combustion chamber re-inhale combustion gas. The differential pressure of the pressure of an inhalation-of-air path and the pressure of a flueway is used, and when this differential pressure is small, combustion gas cannot be made to fully re-inhale by the approach of making a combustion chamber re-inhaling combustion gas. That is, at the time of an internal combustion engine's starting, since the pressure in an inhalation-of-air path is atmospheric pressure mostly, it is difficult for it to make combustion gas re-inhale.

[0033] So, said exhaust valve adjustment device is controlled by invention of claim 11 so that the closed timing of said exhaust valve consists of the time of an internal combustion engine's starting a lag side to an inhalation-of-air top dead center in a predetermined period.

[0034] Thereby, in the predetermined period which an internal combustion engine's rotational speed goes up, since the pressure in an inhalation-of-air path declines and differential pressure with the pressure of a flueway becomes large, a combustion chamber can be made to be able to re-inhale combustion gas, and discharge unburnt [HC] can be reduced.

[0035] In addition, this predetermined period may be amended by the addition of the addition of an internal combustion engine's rotational speed or rotational speed, the count of ignition by the ignition plug, and an inhalation air content etc.

[0036] According to invention of claim 12, it has the exhaust valve arranged by the internal combustion engine and the exhaust valve adjustment device of said exhaust valve which adjusts closed timing at least, and when it is in the condition that the combustion gas discharged by the flueway from the internal combustion engine cannot be re-inhaled in the amount of requests, and an internal combustion engine's cylinder, said exhaust valve adjustment device is controlled so that the closed timing of said exhaust valve becomes a tooth-lead-angle side to an inhalation-of-air top dead center.

[0037] Since combustion gas can be confined in a combustion chamber by this when the request **** inhalation of the combustion gas cannot be carried out, it can make unburnt [which is contained in the shut-up combustion gas / HC] contribute to next combustion. Therefore, it can prevent that reduce the unburnt HC gas in the combustion gas discharged by the internal combustion engine, and emission gets worse.

[0038]

[Embodiment of the Invention] The outline block diagram concerning the gestalt of <gestalt of the 1st operation> book operation is explained using the drawing shown in drawing 1. Drawing 1 is the whole block diagram showing the valve timing control unit of the internal combustion engine concerning the gestalt of this operation. In drawing 1, an engine 1 consists of a jump-spark-ignition-type four-cycle Taki cylinder internal combustion engine, and the inhalation-of-air path 2 and the flueway 3 are connected to the suction port and exhaust air port, respectively. While the throttle valve 4 interlocked with the accelerator pedal which is not illustrated is formed, the air flow meter 45 for detecting the amount of inhalation air is arranged in the inhalation-of-air path 2. The opening of a throttle valve 4 is detected by the throttle sensor 20, and according to this sensor 20, the condition of a throttle close by-pass bulb completely is also combined, and it is detected.

[0039] In the cylinder 6 which constitutes the gas column of an engine 1, the piston 7 which reciprocates in the vertical direction of drawing is arranged, and this piston 7 is connected with the crankshaft which is not illustrated through a connecting rod 8. The combustion chamber 10 divided by the cylinder 6 and the cylinder head 9 is formed above a piston 7, and the combustion chamber 10 is open for free passage to said inhalation-of-air path 2 and flueway 3 through an inlet valve 11 and an exhaust valve 12. The coolant temperature sensor 17 for detecting the temperature of an engine cooling water is arranged by the cylinder 6 (engine water jacket).

[0040] Two catalytic converters 13 and 14 are arranged in the flueway 3, and these catalytic converters 13 and 14 consist of a three way component catalyst for purifying three components called HC, CO, and NO_x in exhaust gas. Compared with the catalytic converter 14 of the downstream, the capacity is small and, as for the catalytic converter 13 of the upstream, warming up immediately after engine starting has a role of the so-called, comparatively early start catalyst. In addition, the catalytic converter 13 of the upstream is formed in the location of about 300mm from an engine exhaust air port end face.

[0041] The A/F sensor 15 which consists of a limiting current type air-fuel ratio sensor is formed, in proportion to the oxygen density in exhaust gas (or concentration of the carbon monoxide in a unburnt gas), it is a wide area and this A/F sensor 15 outputs a linear air-fuel ratio signal to the upstream of a catalytic converter 14. Moreover, O₂ sensor 16 which outputs a voltage signal which is different by the rich and Lean side bordering on theoretical air fuel ratio (SUTOIKI) is formed in the downstream of this catalytic converter 14.

[0042] electromagnetism -- a high-pressure fuel is supplied to the drive-type injector 18 from the fuel-supply system which is not illustrated, and an injector 18 carries out injection supply of the fuel with energization at an engine suction port. The multipoint injection (MPI) system which has every one injector 18 for every branch pipe of an inlet manifold consists of gestalten of this operation. The ignition plug 19 arranged by the cylinder head 9 ignites with the high voltage for ignition supplied from the ignition coil which is not illustrated.

[0043] In this case, the injection fuel by the new mind and the injector 18 which are supplied from the inhalation-of-air path upstream is mixed in an engine suction port, and that gaseous mixture flows in a combustion chamber 10 with valve-opening actuation of an inlet valve 11. The fuel which flowed in the combustion chamber 10 is lit with the ignition sparks by the ignition plug 19, and combustion is presented with it. And the gaseous mixture which burned is discharged by valve-opening actuation of an exhaust valve.

[0044] The switching action of this inlet valve 11 and exhaust valve 12 is determined by the valve timing adjustable devices 43 and 44, respectively. Here, the configuration of the valve timing adjustable device in which the closing motion timing of an inlet valve 11 and an exhaust valve 12 can be set as arbitration is explained. In addition, since each valve timing adjustable device 43 and 44 is the same configuration, it omits explanation about the valve timing adjustable device 43 of an inlet valve 11, and explains the valve timing adjustable device 44 of an exhaust valve 12 here using drawing 2.

[0045] Like illustration, the exhaust valve 12 prepared in the vertical direction movable is constituted from valve portion 12a and valve-stem section 12b by the cylinder head 9. When an exhaust valve 12 is able to pull up valve portion 12a up, it is formed in the configuration which was prepared in opening periphery 3a of the flueway 3 which carries out opening to the cylinder head 9

and in which the valve-seat section 40 and adhesion are possible. And the needle 41 which consists of a magnetic material is connected with the parietal region of valve-stem section 12b. This needle 41 is dedicated in the casing 45 prepared in the upper part of the cylinder head 9.

[0046] In casing 45, a needle 41 is inserted from the vertical direction, and the coil 46 for valve opening and the coil 47 for clausiliums are formed in the location where a needle 41 is movable in the vertical direction by the meantime. And it is the inside of the coil 46 for valve opening, and the spring 50 for clausiliums which always energizes an exhaust valve 12 in the direction of clausilium (the inside of drawing, above) is formed in the periphery of valve-stem 12b. Moreover, on both sides of the needle 41, the spring 51 for valve opening which energizes an exhaust valve 12 in the valve-opening direction (the inside of drawing, down) conversely is formed inside the coil 47 for clausiliums of the opposite side.

[0047] Thus, when the inlet valve 11 and exhaust valve 12 which are constituted are opened, a current is supplied to the coil 46 for valve opening by the valve-opening signal from an electronic control (ECU) 30. And when a current flows in the coil 46 for valve opening, electromagnetic force arises, and when the needle 41 which consists of a magnetic material is attracted according to electromagnetic force by the coil 46 for valve opening, an exhaust valve 12 opens. On the other hand, when clausilium of the exhaust valve 12 is carried out, a needle 41 is similarly attracted according to electromagnetic force by the coil 47 for clausiliums by supplying a current to the coil 47 for clausiliums by the clausilium signal from ECU30. As for an inlet valve 11 and an exhaust valve 12, the closing motion timing is set as arbitration by the closing motion command from ECU30 as mentioned above.

[0048] Below, ECU30 is explained. ECU30 is constituted centering on the microcomputer which consists of CPU31, ROM32, RAM33, and backup RAM34 grade. ECU30 inputs each detecting signal of the above mentioned air flow meter 45, the A/F sensor 15, O₂ sensor 16, a coolant temperature sensor 17, the throttle sensor 20, and the valve timing sensor 29, and detects engine operation conditions, such as closing motion timing of the air-fuel ratio (A/F) of the inhalation air content Q_a, the catalyst upstream, and the downstream, the engine water temperature Th_w, throttle opening, an inlet valve 11, and an exhaust valve 12, based on each detecting signal. Moreover, in addition to this, the criteria location sensor 27 which outputs a pulse signal for every 720-degreeCA, and the angle-of-rotation sensor 28 which outputs a pulse signal for every (every [for example,] 30-degreeCA) finer crank angle are connected, and ECU30 inputs the pulse signal from each [these] sensors 27 and 28 into ECU30, and detects a criteria crank location (G signal) and an engine speed N_e to it.

[0049] control of fuel injection according to an injector 18 based on various kinds of engine operation conditions of having detected ECU30 like the above, control of the ignition timing by the ignition plug 19, and electromagnetism -- the closing motion stage of the drive type induction-exhaust valves 11 and 12 is controlled. However, about the detail, it mentions later.

[0050] Next, processing of the gestalt of this operation which ECU30 carries out is explained. First, the thing made to increase the quantity of (1) inhalation air content rather than the usual idle operation with the gestalt of this operation, (2) The quantity of (3) fuel oil consumption is decreased, and it controls [controlling ignition timing by the lag side,] by the Lean air-fuel ratio, (4) If combustion is stabilized after carrying out the lag of the exhaust valve 12 if the pressure of the inhalation-of-air path 2 reaches below a predetermined pressure after carrying out the tooth lead angle of the exhaust valve 12 at the time of starting, and (5) starting, and (6) starting, while carrying out the lag of the inlet valve 11, it performs respectively carrying out the tooth lead angle of the exhaust valve 12.

[0051] The heating value given to a catalyst is made to increase by increasing the quantity of an inhalation air content (1). That is, since fuel oil consumption is decided by the inhalation air content, fuel oil consumption can increase because an inhalation air content makes it increase, the heating value supplied to a catalyst can be made to be able to increase, and activity of the catalyst can be carried out at an early stage. Moreover, by controlling ignition timing to a lag side to the top dead center (TDC) of a piston 7, in order to perform ignition at the stage when a compression ratio is small as compared with TDC, combustion propagation velocity becomes slow, and even if an exhaust valve 12 opens, it is carried out by combustion continuing (2). Thereby, since the hot gas by

combustion is discharged by the flueway 3, hot gas is supplied to a catalyst and activity of the catalyst is carried out at an early stage.

[0052] Since the exhaust gas is an elevated temperature by lag control of ignition timing, unburnt [which is discharged all over a flueway / HC] will cause oxidation reaction, and will be purified, because control fuel oil consumption still as shown in (3), and a combustion air-fuel ratio considers as Lean. That is, oxygen since a combustion air-fuel ratio is Lean starts oxidation reaction from unburnt [in a flueway / HC] being fully a certain thing and among an elevated-temperature ambient atmosphere positively. The operational status which unburnt [this / HC] oxidizes is called an afterburning.

[0053] Below, in explaining processing of (4), it explains unburnt [at the time of starting between the colds / HC]. At the time of starting between the colds of an engine 1, since engine temperature is low, the wet fuel adhering to a suction port increases. Moreover, since atomization of a fuel is not promoted, unburnt [which combustion becomes unstable and does not contribute to combustion / HC] adheres to a cylinder wall. It is further hard coming to contribute unburnt [adhering to this cylinder wall / HC] (for Quenching HC to be called hereafter) to combustion from unburnt [which has not adhered since the surface area put to air is small / HC]. It is run through its the quenching HC of this by rise of a piston, and it is emitted to a flueway 3 as it is at the same time an exhaust valve 12 opens.

[0054] In order to make the cylinder interior of a room re-inhale unburnt [, such as Quenching HC, / HC], conventionally, the lag of the open timing of an exhaust valve 12 is carried out, and the so-called overlap control which sets up the period which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are opening to coincidence is known. However, re-inhalation of the combustion gas by the amount of bulb overlap is dependent on the differential pressure of the pressure in an inhalation-of-air path, and the pressure in a flueway. That is, in operational status which is almost close to atmospheric pressure, re-inhalation of combustion gas cannot fully be performed.

[0055] So, by processing of (4), it shuts up unburnt [which remains in combustion gas / HC] (a wet fuel, quenching HC) in a combustion chamber 10 by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve 12. And reduction of emission is aimed at by making combustion contribute again at the time of next combustion. And reduction of emission is aimed at by making the unburnt HC gas which a combustion chamber 10 is made to re-inhale again the exhaust gas once discharged by the flueway 3, and is contained in exhaust gas by increasing the period (overlap period) which is opening to an inlet valve 11 and coincidence contribute to combustion again by carrying out the lag of the exhaust valve 12 known in processing of (5).

[0056] Processing of (6) is control aiming at raising the inhalation-of-air rate of flow, and stabilizing combustion. This control is performed after being in operational status from which unburnt [in a flueway / HC] starts oxidation reaction by catalyst early warming up from after starting. Here, in order to oxidize unburnt [HC], it is required for exhaust gas temperature to be 700 degrees C or more, and to be an oxygen ambient atmosphere for unburnt [HC] to react. An oxygen ambient atmosphere is that an air-fuel ratio is Lean. Processing of (6) will be performed if it will be in such operational status. In this processing, while carrying out the lag of the inlet valve 11, the tooth lead angle of the exhaust valve 12 is carried out. Since an inlet valve 11 opens after exceeding inhalation of air TDC by carrying out the lag of the inlet valve 11, differential pressure arises to the pressure of the pressure of the inhalation-of-air path 2, and a combustion chamber 10. And since an inlet valve 11 opens after differential pressure has arisen in this way, the inhalation-of-air rate of flow to a combustion chamber 10 improves, and atomization of an injection fuel is promoted. According to such a phenomenon, mixing with the inhalation air in a combustion chamber 10 and an injection fuel improves, and combustion is stabilized.

[0057] As mentioned above, processing with (1) and (3) is aimed at supplying a heating value to a catalyst and carrying out activity of the catalyst at an early stage from the time of starting between the colds. Moreover, each of processings of (4) thru/or (6) is processings aiming at controlling that unburnt [HC] is discharged, and is characterized by processing of (4) and (5) especially with the gestalt of this operation. Below, closing motion control with the inlet valve 11 from cranking of an engine 1 and an exhaust valve 12 is explained to a detail using a drawing. First, the condition judging routine of catalyst warming up of drawing 3 is explained. In this processing, a condition judging is

carried out about whether increase in quantity of the above-mentioned inhalation air content carried out for catalyst early warming up and the lag of ignition timing are performed. At step S101, an engine speed Ne is 400 or more rpm, and it is judged whether they are 2000 or less rpm. At step S102, it is 0 degrees C or more, and it is judged whether it is 60 degrees C or more. At step S103, it is judged whether the shift position of the automatic transmission which is not illustrated is P range or N range. (In the case of manual transmission, it is judged any of the first gear as whether it is N range as a gear position and a drive range thru/or top speed gear they are.)

At step S104, it judges whether the elapsed time from starting of an engine 1 carried out predetermined time progress. As this predetermined time, it is set as the time amount which catalyst warming up completes by early warming-up control of a catalyst. At step S105, it judges whether there is any fail by various kinds of fail judgments. And only when fulfilling all the judgment results of this step S101 thru/or step S105 (Yes), 1 is stood to catalyst early warming-up execution flag XCAT for catalyst early warming-up activation, and this routine is ended. On the other hand, to (No) case, 0 is inputted into catalyst early warming-up execution flag XCAT at step S107, and this routine is ended. [which does not fulfill at least one condition of step S101 thru/or step S105]

[0058] Below, the afterburning condition judging routine shown in drawing 4 is explained. In this processing, it judges whether they are the conditions to which combustion is carried out in a flueway 3 by the increase in quantity of an inhalation air content and ignition timing lag control for catalyst early warming-up control. First, it is judged by step S111 at that a presumed exhaust-gas temperature is 700 degrees C or more and step S112 that a presumed air-fuel ratio is 15 or more, i.e., Lean. In addition, presumption of an air-fuel ratio is presumed here based on an inhalation air content and fuel oil consumption. Moreover, when the A/F sensor is carrying out activity, a direct air-fuel ratio may be detected using a sensor.

[0059] By this routine, 1 is stood to Flag XBFR and this routine is ended so that it may progress to step S113 when fulfilling these two conditions, and it may be shown that the service condition of an engine 1 fulfills afterburning conditions. On the other hand, in not fulfilling which conditions of step S111 or step S112, 0 is inputted into Flag XBFR and it ends this routine noting that it progresses to step S114 and the service condition of an engine 1 does not fulfill afterburning conditions.

[0060] In addition, about a presumed exhaust-gas temperature, the exhaust-gas temperature which serves as the base on the map of drawing 12 (a) based on ignition timing and an inhalation air content is calculated. And an air-fuel ratio and the exhaust-gas temperature of the base by the elapsed time after starting are amended using drawing 12 (b) or the map of (c). In amendment by the air-fuel ratio, a presumed air-fuel ratio is computed based on an inhalation air content and fuel oil consumption, and the correction factor FABF according to an air-fuel ratio is calculated. For example, when a presumed air-fuel ratio is 13, a correction factor FABF is set as 0.9, and when a presumed air-fuel ratio is 15, it is set as 1.1. Since combustion temperature is high, this sets up one or more correction factors to the exhaust-gas temperature of the base, so that an air-fuel ratio is Lean, it multiplies the exhaust-gas temperature of the base by this correction factor FABF, and presumes a final presumed exhaust-gas temperature.

[0061] Moreover, a presumed exhaust-gas temperature may be similarly presumed by the elapsed time after starting. About the exhaust-gas temperature of the base, it is the same as that of ****. And a correction factor FTIME is set up according to the elapsed time after starting. For example, when the elapsed time after starting is 1 second, 0.9 is set as a correction factor FTIME, and 1.05 is set up at the time of 10 seconds. Since this makes an air-fuel ratio rich and is controlling it by the short period after starting, an exhaust-gas temperature is because it becomes low as compared with Lean and an air-fuel ratio becomes Lean according to subsequent time amount progress. For this reason, an accurate exhaust-gas temperature can be presumed by amending so that an exhaust-gas temperature may rise according to the elapsed time after starting.

[0062] The result of a condition judging of drawing 3 explained above and drawing 4 is used with the flow chart of drawing 7 mentioned later and drawing 10.

[0063] Below, the program of drawing 5, ignition timing control of 6, and fuel-injection control is explained. First, at step S201 thru/or step S203, 1 second passed after starting or 1 is judged [the engine water temperature Thw] for condition flag XCAT of 60 degrees C or less and catalyst warming up, respectively. When all of the three above-mentioned judgment results are affirmation

(Yes), it progresses to step S204 and lag control of the ignition timing is carried out. This lag control is control for the catalyst early warming-up control known conventionally. On the other hand, in negation (No), it progresses to step S205 at least one of the three above-mentioned judgment results. At step S205, it is the usual ignition timing control and the ignition timing according to operational status is set up.

[0064] Similarly, the program of fuel-injection control of drawing 6 is explained. The same sign as the flow chart of drawing 5 is given to the same processing step, and explanation is omitted. When all the judgment results of step S201 thru/or step S203 are affirmation (Yes), it progresses to step S214, and fuel oil consumption is set up so that an air-fuel ratio may serve as weak Lean. On the other hand, in negation (No), at least at least one of the judgment results of step S201 thru/or step S203 progresses to step S215. At step S215, based on an inhalation air content, fuel oil consumption is set up so that it may become a target air-fuel ratio.

[0065] As mentioned above, when a catalyst early warming-up execution condition is satisfied, ignition timing and fuel injection perform control for catalyst early warming up. Thus, the gestalt of this operation explains control of the closing motion timing of increase in quantity of an inhalation air content, and the inlet valve 11 and exhaust valve 12 which are explained below as control of fuel oil consumption on the assumption that weak Lean control of an air-fuel ratio, and lag control of ignition timing to a detail using a drawing.

[0066] First, the exhaust valve control routine shown in drawing 7 is explained below. ON of the ignition switch which is not illustrated starts this routine repeatedly, for example synchronizing with whenever [predetermined crank angle]. Starting of the flow chart of this drawing 7 judges whether an engine speed N_e is 400 or less rpm at step S300. Here, after an ignition switch is turned on, it has judged whether it is below the predetermined starting judging level of an engine 1, and in being 400 or less rpm as predetermined starting judging level, it performs processing of step S310 thru/or step S330.

[0067] At step S310, the engine-coolant water temperature Thw is larger than 0 degree C, and in not being 60 degrees C or less, it progresses to step S330, a predetermined fixed value is inputted into the target close timing VCT_{tg} of an exhaust valve 12, and it ends this routine. On the other hand, when the range of the cooling water temperature Thw is 60 degrees C or less more greatly than 0 degree C, it progresses to step S320 and control before catalyst early warming-up activation is performed. The flow chart shown in drawing 8 as control before catalyst early warming-up activation is processed. The detail about front [catalyst early warming up] control is mentioned later.

[0068] When an engine speed N_e exceeds 400rpm at step S300, the judgment of step S300 is affirmed (Yes) and processing after step S340 is carried out. At step S340, it is judged whether the flag XCAT which shows the execution condition of the catalyst early warming-up control mentioned above is 1. Here, when Flag XCAT is 0 (i.e., when execution condition failure is shown), it progresses to step S350 and the usual control conventionally known as closing motion timing control of an exhaust valve 12 is carried out.

[0069] This usual control reads an engine speed N_e , the inhalation air content G_a , and the cooling water temperature Thw at steps S351, S352, and S353 first, respectively, as shown in the flow chart of drawing 9 . and -- and from each read parameter, the target close timing VCT_{tg} of the exhaust valve 12 according to operational status is set up, for example using a three-dimension map etc., and this routine is ended.

[0070] On the other hand, at step S340 of drawing 7 , when Flag XCAT is 1 (i.e., when the execution condition of catalyst early warming-up control is satisfied), it progresses to step S360. At step S360, the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 is computed by the inhalation air content G_a and engine speed N_e which are detected by the air flow meter 45. This calculation approach is computed by reading the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 beforehand set up on the two-dimensional map of the inhalation air content G_a and an engine speed N_e etc. And at step S360, it judges whether the pressure P_m of the computed inhalation-of-air path 2 is smaller than for example, 600mmHg(s) as a predetermined pressure.

[0071] Here, the reason for judging the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 aims at reducing emission by utilizing for the maximum the so-called EGR gas effectiveness of making unburnt

[under combustion / HC] contributing to combustion again. When considering as the utilizing [for the maximum]-EGR effectiveness purpose, the 1st by setting up, before ending the clausilium timing of an exhaust valve 12 like an exhaust air line The two approaches of making a combustion chamber re-inhale again the combustion gas discharged by the flueway 3 by setting up shutting up combustion gas and the period when the 2nd makes coincidence open an inlet valve 11 and an exhaust valve 12, and the so-called overlap period are mentioned. the above -- the EGR effectiveness of making unburnt [HC] contribute to combustion again by any approach can be done so.

[0072] When making a combustion chamber re-inhale again the exhaust gas especially discharged by combustion, the amount of re-inhalation is determined by the differential pressure of the inhalation-of-air path 2 and a flueway 3. That is, since the pressure of a flueway 3 is always near atmospheric pressure, if based on the pressure of this flueway 3, the differential pressure of the inhalation-of-air path 2 and a flueway 3 will be determined by the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2.

According to the property Fig. (as for BTDC10°CA and an alternate long and short dash line, exhaust valve clausilium timing of a continuous line is ATDC10°CA) of drawing 13, when the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 is large The differential pressure of the inhalation-of-air path 2 and a flueway 3 is small, and even if it carries out the lag of the clausilium timing of an exhaust valve 12, sufficient EGR gas effectiveness cannot be acquired, without the combustion gas discharged by the flueway 3 being re-inhaled by the combustion chamber (even if it sets up an overlap period). Since the EGR effectiveness of combustion gas depended for shutting up (carrying out the tooth lead angle of the clausilium timing of an exhaust valve 12) can reduce unburnt [HC] with such operational status, emission can be controlled.

[0073] By the above principles, when the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 is 600 or more mmHg, since the differential pressure of the inhalation-of-air path 2 and a flueway 3 is small, it progresses to (No) to step S320 for the purpose of the EGR effectiveness by carrying out the tooth lead angle of the clausilium timing of an exhaust valve 12. And at step S320, control before activation of catalyst early warming up is carried out, and this routine is ended in order to carry out the tooth lead angle of the clausilium timing of an exhaust valve 12. On the other hand, when a pressure P_m is smaller than 600mmHg(s), it progresses to step S380 for the purpose of the EGR effectiveness by what is done for the lag of the clausilium timing of an exhaust valve 12 (an overlap period is set up). And at step S380, it controls during catalyst early warming-up activation, and this routine is ended in order to carry out the lag of the clausilium timing of an exhaust valve 12.

[0074] As mentioned above, with the gestalt of this operation, in order to reduce the quenching HC generated at the time of starting, discharge unburnt [HC] was reduced by confining Quenching HC in a combustion chamber by control before catalyst early warming-up implementation. Moreover, discharge unburnt [HC] was reduced by re-inhalation of combustion gas by carrying out the lag of the exhaust valve 12 from starting, if the pressure P_m of the inhalation-of-air path 2 becomes smaller than for example, 600mmHg(s) as a predetermined pressure. The setting approach of the closed timing of the exhaust valve 12 with control is explained using the flow chart of drawing 8 and drawing 10 during the control before catalyst early warming-up activation which was not explained in full detail in the main routine mentioned above next, and catalyst early warming-up activation.

[0075] By control before catalyst early warming-up activation shown in the flow chart of drawing 8, the cooling water temperature Thw of an engine 1 is first read at step S321. And based on the cooling water temperature Thw read at step S322, the criteria clausilium timing VCTBSE of an exhaust valve 12 is computed on the map shown in drawing 11. At step S323, the amount of quenching HC adhering to a combustion chamber is presumed, and as shown in drawing 16 (a), the target exhaust-valve-closes timing VCTtg is set to a tooth-lead-angle side rather than TDC like an inhalation-of-air line. As the presumed approach of this amount of quenching HC, the amount of quenching HC is presumed based on the cooling water temperature Thw , an intake-air temperature, a combustion chamber inner wall temperature, the count of after [starting] combustion, after [starting] elapsed time, cylinder internal pressure, ignition timing, an inhalation air content, an engine speed Ne , etc.

[0076] Quenching HC originates in unburnt [which did not contribute to combustion / HC] (quenching HC) adhering to a cylinder wall by the firing pressure as it was mentioned above. It is hard to contribute the adhering quenching HC to combustion, so that the temperature of a cylinder

wall is low. Moreover, the amount of the quenching HC which does not contribute to this combustion will increase, if the load of an engine 1 is large. Therefore, it is good to presume the amount of Quenching HC in consideration of these events. The load of an engine 1 is calculated based on the inhalation air content G_a or an engine speed N_e , and, specifically, the total amount of Quenching HC is calculated based on the calculated load. And based on cylinder internal pressure, the correction factor to the total amount of Quenching HC is set up. The value near 1 is set up, so that cylinder internal pressure is high, and as for this correction factor, a value smaller than 1 is set up, so that cylinder internal pressure is low. This is because the fuel rate of adhering to a cylinder wall as quenching HC becomes high, so that cylinder internal pressure, i.e., a firing pressure, is high. And since it is hard coming to contribute this adhering quenching HC to combustion so that the temperature of a cylinder wall is low, it presumes the temperature of a cylinder wall based on inhalation air temperature, cooling water temperature, etc., and sets up the correction factor to the total amount of Quenching HC.

[0077] As mentioned above, the amount of Quenching HC is presumed and target exhaust air VCT close timing is set up according to Quenching HC at step S323 of drawing 8. Namely, the target exhaust air VCT close timing VCT_{tg} is computed by adding the correction factor VCT_{hc} according to the amount of quenching HC to the exhaust air VCT criteria close timing VCT_{BSE} set up at step S322. A correction factor VCT_{hc} is set up here so that the amount of quenching HC presumed is large, and the spark advance level of the target exhaust-valve-closes timing VCT_{tg} may become large.

[0078] In addition, in order to simplify amendment to this quenching HC, you may carry out based on any one of the cooling water temperature Thw , an intake-air temperature, a combustion chamber inner wall temperature, the count of after [starting] combustion, after [starting] elapsed time, cylinder internal pressure, ignition timing, an inhalation air content, and engine speeds N_e .

[0079] Moreover, in the flow chart of this drawing 8, Quenching HC and a wet amount may be presumed and the spark advance level of the target exhaust-valve-closes timing VCT_{tg} may be set up.

[0080] Below, the control among catalyst early ***** shown in step S380 of drawing 7 is explained to a detail using the flow chart of drawing 10. First, the cooling water temperature Thw , engine-speed N_e , and the inhalation air content G_a are read at step S381, and the closed timing of an exhaust valve is calculated on a three-dimension map etc. based on these parameters. And closed timing VCT_{beta} of the exhaust valve called for by the operation is set as the criteria close timing VCT_{BSE} , and it progresses to step S382.

[0081] At step S382, it refers to whether the flag XBFR for judging formation and failure of afterburning conditions is 1. Here, since afterburning condition formation is shown when Flag XBFR is 1, processing of steps S385 and S386 is performed, and this routine is ended. On the other hand, when afterburning conditions are not satisfied, processing of steps S383 and S384 is performed, and this routine is ended.

[0082] First, control when afterburning conditions are not satisfied is explained. At step S383, the retardation quantity VCT_{RE} to the criteria close timing of an exhaust valve 12 is set up according to rotational speed N_e or elapsed time. Since capacity increases so that rotational speed N_e is large, unburnt [HC] increases in connection with this. Then, retardation quantity VCT_{RE} is set as such a big value that rotational speed N_e is large. Since the period which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are opening to coincidence by this is set up for a long time, the amount of re-inhalation of an exhaust gas can increase, unburnt [HC] can be made to be able to contribute to combustion again, and emission can be reduced. At step S384, the value which added the retardation quantity VCT_{RE} computed at step S383 to the criteria close timing VCT_{BSE} is set up as target exhaust-valve-closes timing VCT_{tg} , as shown in drawing 16 (b), a twist also carries out the lag of the closing timing of an exhaust valve 12 to TDC like an inhalation-of-air line, and this routine is ended.

[0083] On the other hand, when afterburning conditions are satisfied (i.e., when the flag XBFR of step S382 is 1), it progresses to step S385, and according to rotational speed N_e or elapsed time, the spark advance level VCT_{FW} to the criteria close timing of an exhaust valve 12 is computed. Since it is in a Lean air-fuel ratio condition when afterburning conditions are satisfied, unburnt [which is discharged by combustion / HC] causes an oxygen ambient atmosphere and oxidation reaction in a

flueway 3. Therefore, at the time of afterburning condition formation, since the air-fuel ratio is stable, the tooth lead angle of the target close timing of an exhaust valve 12 is further carried out for the purpose of combustion stability. As this concrete processing, at step S386, the value which added the spark advance level VCTFW computed at step S385 to the criteria close timing of an exhaust valve 12 is set up as target close timing VCTtg of an exhaust valve 12, as shown in drawing 16 (c) rather than TDC, an inhalation-of-air line carries out the tooth lead angle of the target close timing of an exhaust valve 12, and this routine is ended.

[0084] As mentioned above, in the control during catalyst early warming up shown in drawing 10, afterburning conditions are judged, when afterburning conditions are abortive, the lag of the target close timing VCTtg of an exhaust valve 12 is carried out for the purpose of reducing unburnt [which is generated by combustion / HC], and an overlap period with an inlet valve 11 is set up. Since a combustion chamber 10 can be made by this to inhale again unburnt [which was once discharged by the flueway 3 / HC], discharge unburnt [HC] can be reduced. On the other hand, since unburnt [HC] is reduced by oxidation reaction when afterburning conditions are satisfied, the tooth lead angle of the target close timing of an exhaust valve 12 is carried out for the purpose of the stability of combustion. Thereby, idle stability is securable by reducing the overlap period of an inlet valve 11 and an exhaust valve 12.

[0085] Below, the gestalt of this operation is explained using the timing diagram shown in drawing 15. First, drawing 15 (a) is drawing explaining an engine speed Ne. First, if an ignition switch is turned on and cranking is started, as shown in drawing 15 (d), the closed timing of an exhaust valve 12 will be set as BTDC(BeforeTop Dead Center: before the top supporting point) 10 degreeCA based on cooling water temperature. In a setup of this closed timing, the generating situation of Quenching HC and a wet amount is presumed with the cooling water temperature Thw etc., and in order to control the amount of exhaust gases confined in a combustion chamber 10 according to Quenching HC and a fuel wet amount, the closed timing of an exhaust valve 12 is amended.

[0086] That is, in being operational status with many Quenching HC and fuel wet amounts, in order to increase the quantity of the exhaust gas confined in a combustion chamber 10, it amends so that the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve 12 may be carried out. Since it can burn again unburnt [which is contained in an exhaust gas by this amendment / HC] at the time of next combustion, emission can be reduced.

[0087] And when a starting judging is performed for the engine speed Ne of drawing 15 (a) in the A point in drawing and the cooling water temperature Thw, the gear position of an automatic transmission, etc. fulfill the execution condition of catalyst early warming-up control, 1 stands on Flag XCAT. When this condition is satisfied and Flag XCAT is 1 as shown in drawing 15 (b), the lag of the ignition timing is carried out gradually. If the engine speed Ne of drawing 15 (a) becomes large and the pressure of an inhalation-of-air path becomes small, the pressure of the inhalation-of-air path 2 will serve as 600mmHg(s) in the B point in drawing. If this B point comes, based on the pressure Pm of the inhalation-of-air path 2, the lag of the closed timing of an exhaust valve 12 will be carried out. On the other hand, the open timing of the inlet valve 11 shown in drawing 15 (c) is set up for example, near TDC. Therefore, since the period and the amount of overlap which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are opening to coincidence become large by carrying out the lag of the closed timing of an exhaust valve 12, the combustion gas once discharged by the flueway 2 will be re-inhaled again in a combustion chamber 10. Unburnt [which is generated by combustion / HC] will contribute to next combustion by this in a combustion chamber 10, and emission can be reduced.

[0088] In drawing 15 (a), C point in drawing is a time of afterburning conditions being satisfied. Afterburning conditions are satisfied when the air-fuel ratio of drawing 15 (f) and the exhaust-gas temperature of drawing 15 (g) fulfill predetermined conditions. If this condition is satisfied, unburnt [which is contained in combustion gas / HC] will cause oxidation reaction all over a flueway. Therefore, in the service condition by which this afterburning condition is satisfied, since the emission by unburnt [HC] is reduced, as shown in drawing 15 (c) for the purpose of the stability of combustion, the lag of the open timing of an inlet valve 11 is carried out to for example, ATDC10°CA. Thus, since differential pressure has arisen in the inhalation-of-air path 2 and the combustion chamber 10 in case an inlet valve 11 opens if the lag of the inlet valve 11 is carried out,

the inhalation-of-air rate of flow improves, and atomization of a fuel is promoted. In addition, the target close timing of an exhaust valve 12 is set for example, as BTDC10°CA at this time. Thereby, combustion is stabilized by reducing an overlap period with an inlet valve 11.

[0089] As mentioned above, the closing motion timing of an inlet valve 11 and an exhaust valve 12 is set up with the gestalt of this operation. The gestalt of such this operation is compared with the conventional technique which set the closed timing of an exhaust valve 12 as TDC at drawing 15 (d) as a dotted line showed. As shown in drawing 15 (h), with the conventional technique shown by the dotted line, a discharge unburnt [by quenching HC, a wet fuel, etc. / HC] will increase by the A point of drawing 15 (a). On the other hand, in the invention in this application, since quenching HC and a wet fuel can be made to contribute to combustion again by confining combustion gas in a combustion chamber 10 since the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve 12 is carried out, emission can be reduced.

[0090] And henceforth [the B point of drawing 15 (a)], since an engine speed Ne becomes higher than the rotational speed of a starting judging, unburnt [which an inhalation air content increases and it generates by combustion / HC] increases. For this reason, with the gestalt of this operation, although emission gets worse with unburnt [which was generated at this time / HC] with the conventional technique shown by the dotted line, since the period which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are opening to coincidence, i.e., an overlap period, is set up, the combustion gas discharged by the flueway 3 is re-inhaled in a combustion chamber 10. Emission is reduced because unburnt [which is contained in the re-inhaled combustion gas by this / HC] contributes to combustion again.

[0091] As mentioned above, with the gestalt of this operation, the catalytic converter at the time of a cold start changed the tooth lead angle and lag of closed timing of an exhaust valve 12 based on the pressure Pm of the inhalation-of-air path 2 for the purpose of reducing unburnt [which is discharged in the condition of having not carried out activity / HC]. This is for the re-suction effect of the combustion gas by carrying out a lag to be dependent on the differential pressure of the inhalation-of-air path 2 and a flueway 3, and is reducing unburnt [HC] in the operational status from which a re-suction effect is not acquired using the locked-in effect of the combustion gas by carrying out the tooth lead angle of the closed timing of an exhaust valve 12.

[0092] in addition -- as the concrete configuration for setting up the closing motion timing of an exhaust valve 11 with the gestalt of this operation -- electromagnetism -- although control by the drive valve is explained, it does not restrict to this, and you may make it set up the closing motion timing of an exhaust valve with the oil pressure known conventionally

[0093] Moreover, in the gestalt of this operation, although the pressure Pm of an inhalation-of-air path was detected at step S370 of the flow chart of drawing 7 , you may ask for a pressure Pm by presumption.

[0094] Moreover, although re-inhalation was changed with the gestalt of this operation based on the pressure of an inhalation-of-air path as combustion gas should close, you may make it change in the predetermined period from engine starting.

[0095] the gestalt of this operation -- setting -- an exhaust valve adjustment device -- the flow chart of drawing 7 -- the 1st operational-status detection means -- step S370 of the flow chart of drawing 7 -- the 2nd operational-status detection means -- step S321 thru/or step S323 of a flow chart of drawing 8 -- an air-fuel ratio detection means is used as step S112 of the flow chart of drawing 4 , and a combustion condition detection means uses considerable [of the exhaust-gas temperature detection means] to step S111 of the flow chart of drawing 4 , respectively, and functions on the flow chart of drawing 4 .

[0096] Moreover, an inhalation-of-air valve-control means is a means of an inlet valve 11 to control open timing at least, and it hits on an idea of it for a means to set up ATDC10°CA when it is especially judged with the pressure Pm in an inhalation-of-air path being smaller than 600mmHg(s) at step S370 of drawing 7 .

[0097] Moreover, a combustion gas processing means is equivalent to catalytic converters, such as a three way component catalyst. And it corresponds and functions on a means to judge whether the standby of this catalytic converter is carrying out activity as a throughput detection means.

[0098] Although the closed timing of an exhaust valve 12 was controlled by the gestalt of <gestalt of

the 2nd operation> the 1st operation independently of the open timing of an inlet valve 11 in control during the catalyst early warming-up activation shown in drawing 10 in the gestalt of the 1st operation, the open timing of an inlet valve 11 and the closed timing of an exhaust valve 12 are set up with the gestalt of this operation so that the target amount of overlap may be set up and it may become the set-up amount of overlap.

[0099] As control under catalyst early warming-up activation, the gestalt of this operation sets up the amount of target overlap, or the amount of target underlapping, and sets up the closing motion timing of an inlet valve 11 and an exhaust valve 12, respectively. Here, the amount of overlap is a period which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are opening to coincidence, and the amount of underlapping says the thing of the period which the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 are closing to coincidence in near inhalation-of-air TDC.

[0100] First, drawing 14 is explained. This drawing shows the amount of underlapping set up according to an inhalation air content. This amount of underlapping is set up for the purpose of reducing unburnt [HC], and since unburnt [which is generated by combustion / HC] increases when there are many inhalation air contents, the amount of underlapping reduces emission by setting up a negative value by making a combustion chamber 10 re-inhale the combustion gas discharged by the flueway 3. On the other hand, when an inhalation air content is small, combustion gas is confined in a combustion chamber 10 by setting up a forward value as an amount of underlapping. Unburnt HC gas can be effectively reduced by setting up the amount of underlapping, or the amount of overlap with the gestalt of this operation as mentioned above.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole gestalt outline block diagram of the 1st operation.

[Drawing 2] the electromagnetism of the gestalt of the 1st operation -- it is the outline block diagram showing a drive valve.

[Drawing 3] In the gestalt of the 1st operation, it is a flow chart explaining the execution condition judging of catalyst early warming-up control.

[Drawing 4] In the gestalt of the 1st operation, it is a flow chart for judging the operational status from which the unburnt HC gas discharged from an engine starts oxidation reaction, i.e., afterburning conditions.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the ignition timing control in the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the fuel-injection control in the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 7] As a routine of Maine in the gestalt of the 1st operation, it is the flow chart which shows the closed timing control of an exhaust valve.

[Drawing 8] In the gestalt of the 1st operation, it is the subroutine of the flow chart of drawing 7 .

[Drawing 9] In the gestalt of the 1st operation, it is the subroutine of the flow chart of drawing 7 .

[Drawing 10] In the gestalt of the 1st operation, it is the subroutine of the flow chart of drawing 7 .

[Drawing 11] It is a map for setting up the closed timing of the exhaust valve according to cooling water temperature.

[Drawing 12] It is a map for presuming an exhaust-gas temperature.

[Drawing 13] It is the property Fig. showing the amount of re-inhalation unburnt [HC] to the pressure of the inhalation-of-air path for every closing timing of an exhaust valve.

[Drawing 14] It is the map which sets up the amount of target underlapping in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 15] It is a timing diagram at the time of applying this invention.

[Drawing 16] It is the timing diagram which shows the closing timing of an exhaust valve.

[Description of Notations]

1 -- Engine,

2 -- Inhalation-of-air path,

3 -- Flueway,

4 -- Throttle valve,

11 -- Inlet valve,

12 -- Exhaust valve,

29 -- Valve timing sensor,

30 -- ECU,

43 44 -- Valve timing adjustable device.

[Translation done.]

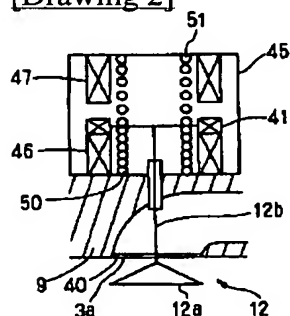
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

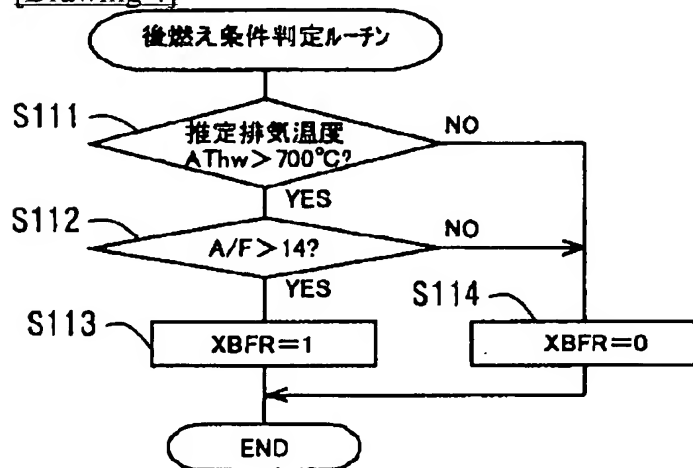
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

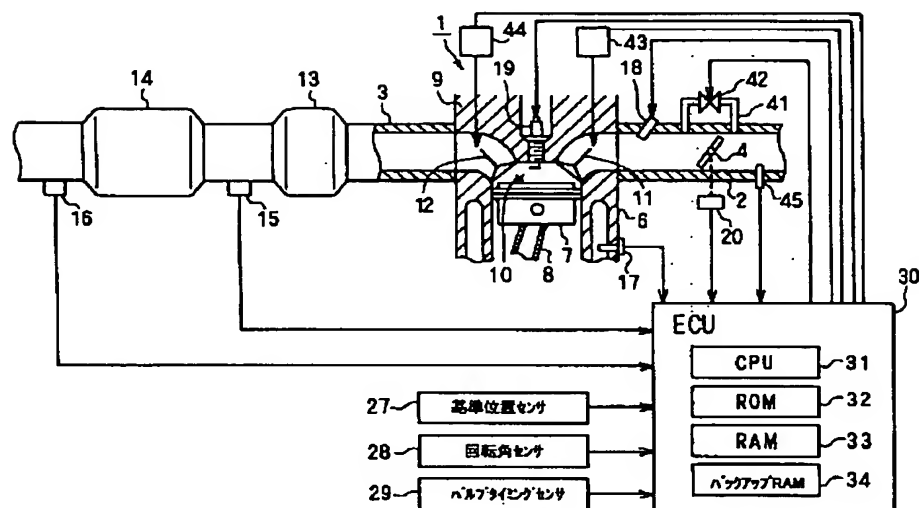
[Drawing 2]



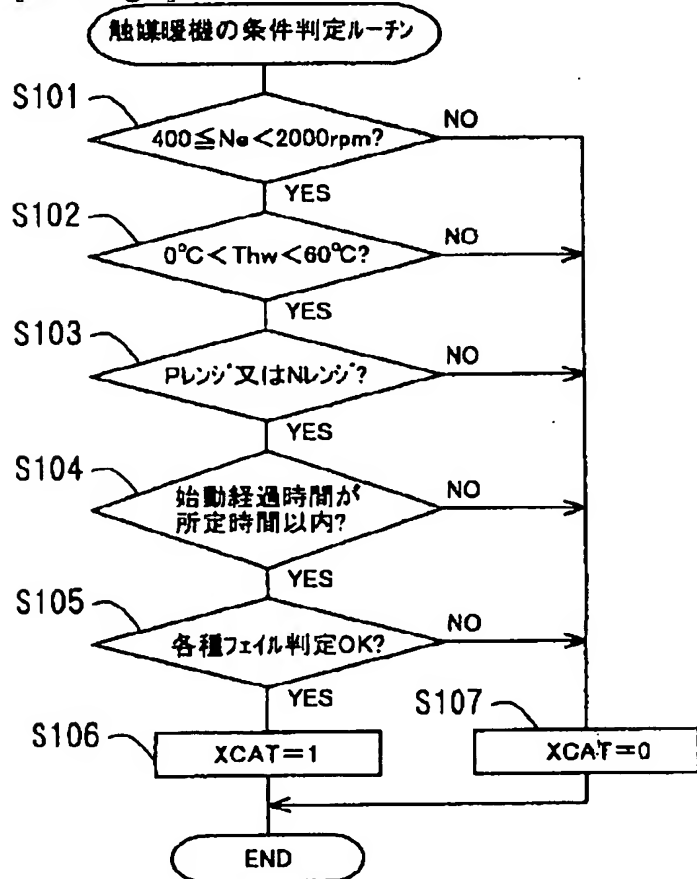
[Drawing 4]



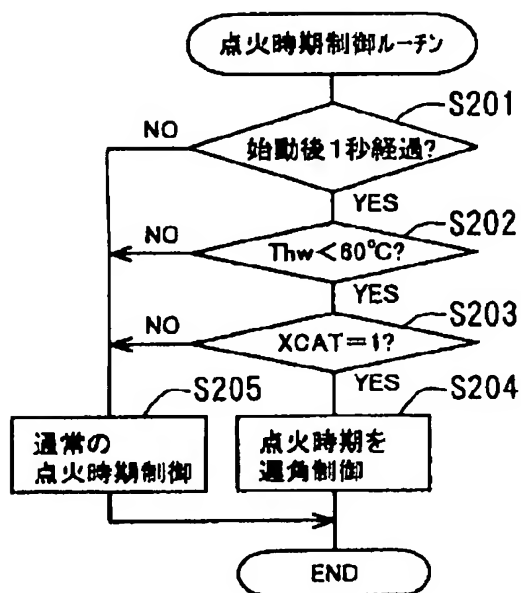
[Drawing 1]



[Drawing 3]



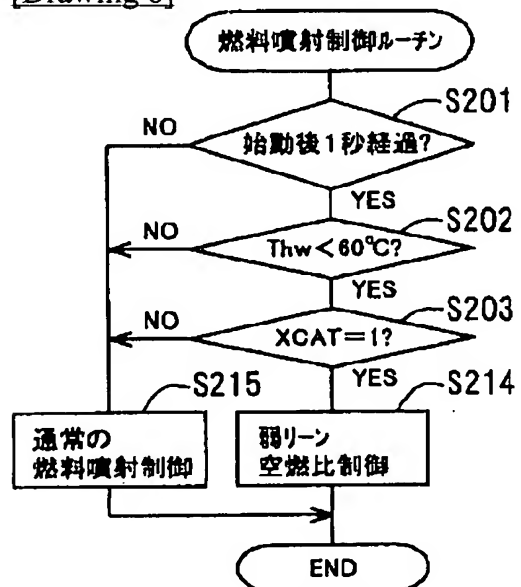
[Drawing 5]



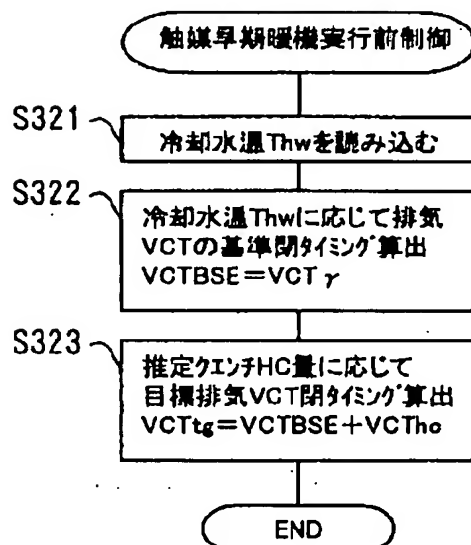
[Drawing 11]

冷却水温(吸気温)	0	10	20	30	40
排気開タイミング VCTBSE	5	10	15	15	5

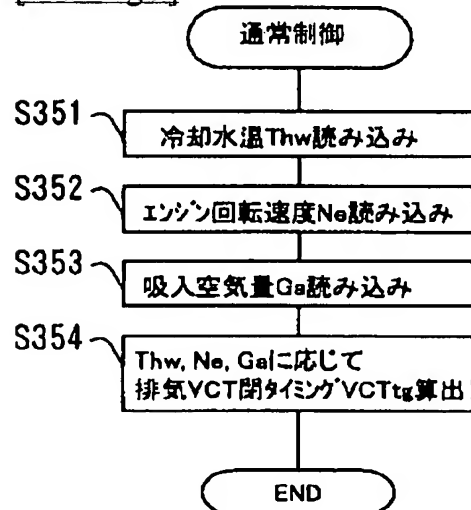
[Drawing 6]



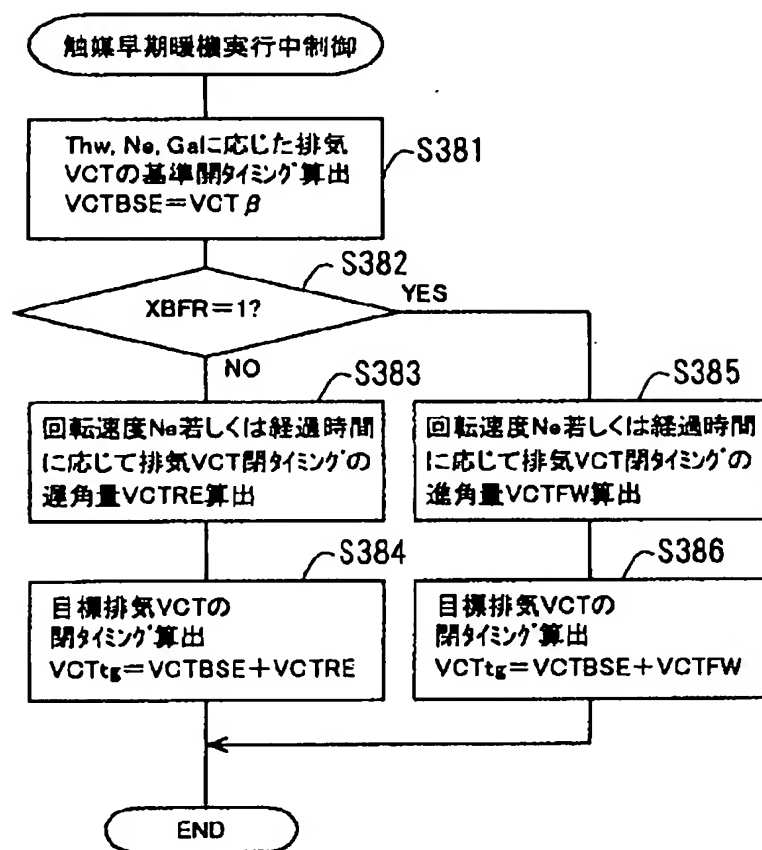
[Drawing 8]



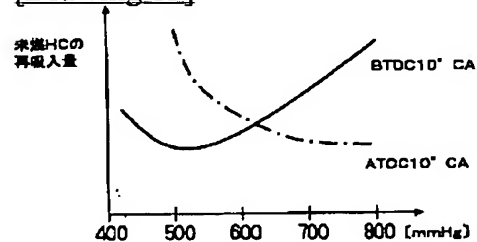
[Drawing 9]



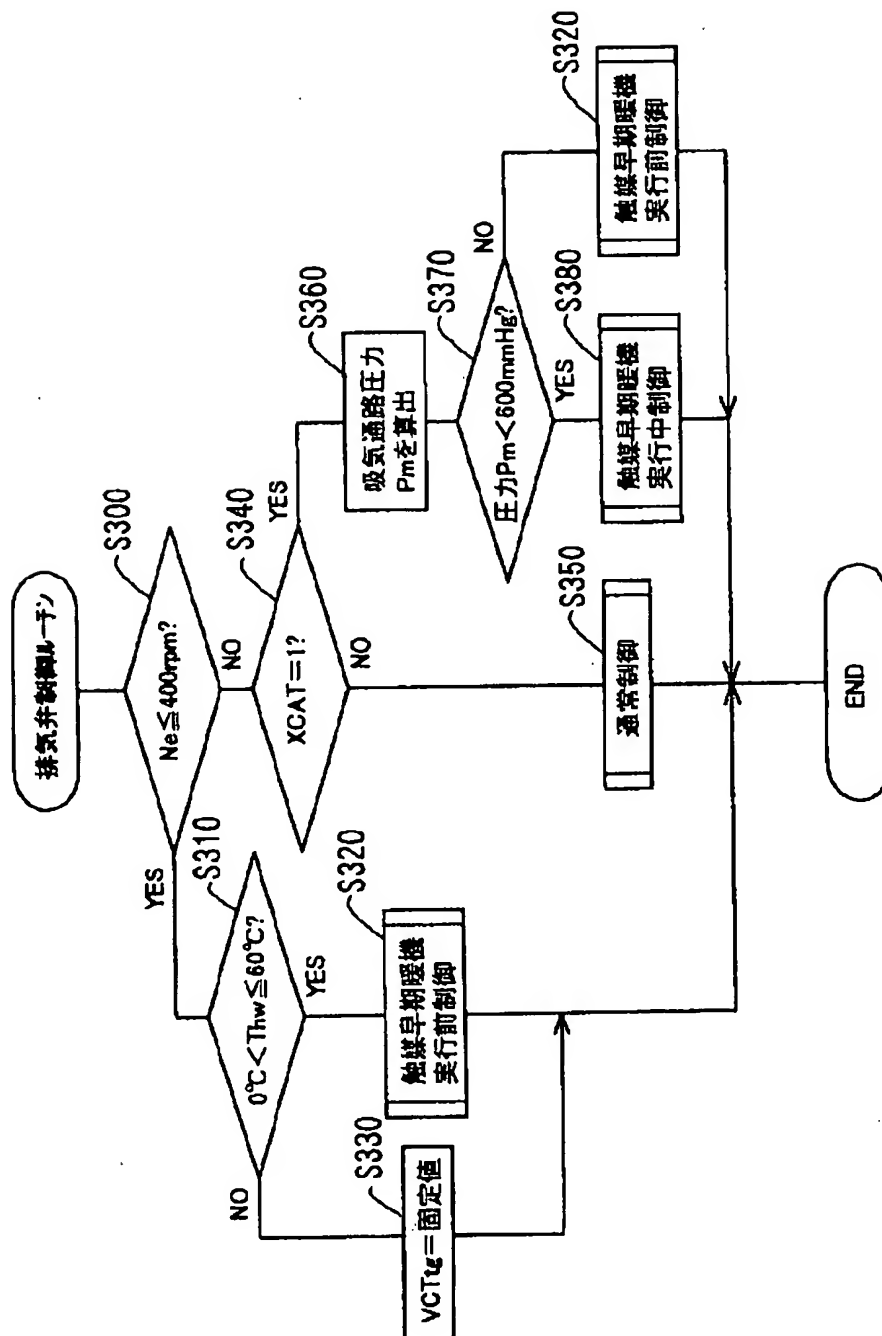
[Drawing 10]



[Drawing 13]



[Drawing 7]



[Drawing 12]

(a)

点火時期 吸入 空気量 Q_a	BTDC 10	TDC 0	ATDC 10
1	200		
10			800

(b)

推定A/F	13	14	15
補正係数FABF	0.9	1	1.1

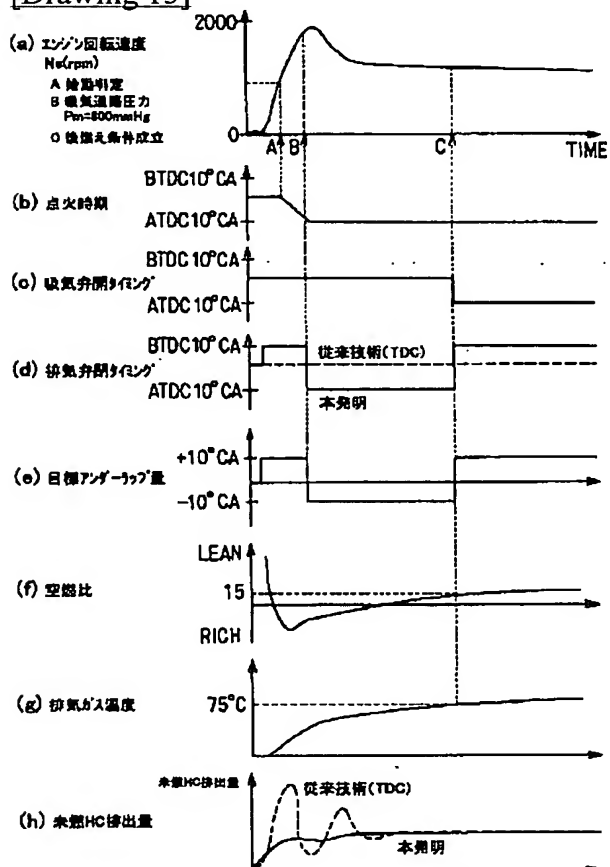
(c)

始動後経過時間	1	5	10
補正係数FTIME	0.9	1	1.05

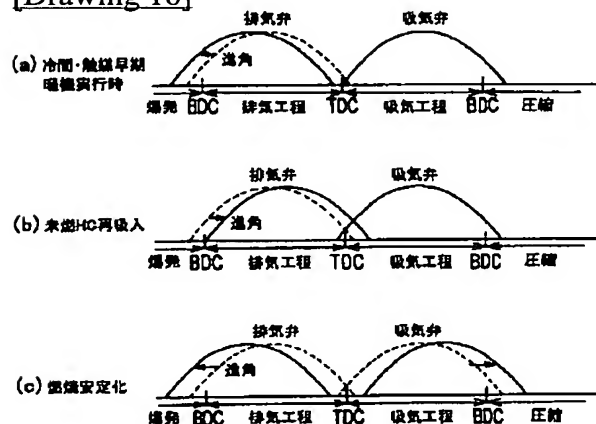
[Drawing 14]

回転速度 吸入 空気量 Q_a	N=500	1000	1500	2000
100	-20 { 吸気弁 BTDC10° CA 排気弁 ATDC10° CA }			
0	10 { 吸気弁 TDC 排気弁 BTDC10° CA }			

[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-120348

(P2003-120348A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	H 3 G 0 8 4
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	D 3 G 0 9 1
F 0 2 D 41/06	3 0 1	F 0 2 D 41/06	3 0 1 3 G 0 9 2
	3 2 0		3 2 0 3 G 3 0 1
45/00	3 1 0	45/00	3 1 0 B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-315828 (P2001-315828)

(22) 出願日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 摩島 嘉裕

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100096998

弁理士 碓氷 裕彦 (外2名)

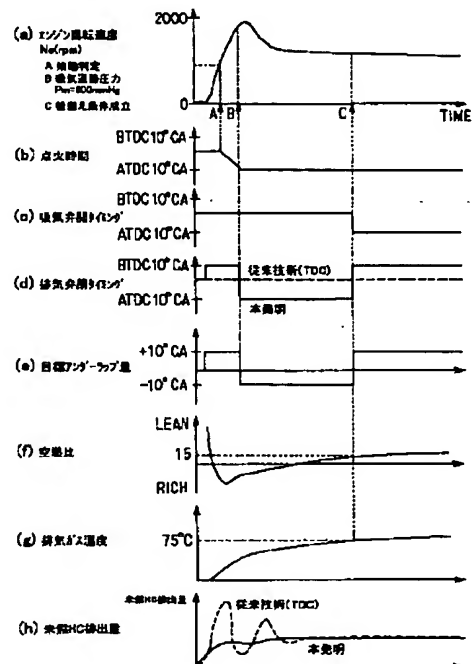
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、燃焼により発生する未燃HCを低減する内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 エンジンが始動開始になると、排気弁の閉タイミングを進角させて、クエンチHCとウェット燃料とを内燃機関の暖機後に比して多く含んだ燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込める。そして、図15 (a) 中のB点にて吸気通路の圧力が600 mmHgよりも小さくなることで、燃焼ガスを燃焼室内に再吸入させることを目的として排気弁の閉タイミングを遅角する。以上のようにして、燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることができるので、エミッションの悪化を低減することができる。なお、このとき、図15 (e) に示すように、目標アンダーラップ量を内燃機関の吸気通路圧力に応じて設定することで燃焼室内に再吸入、若しくは閉じ込める燃焼ガスを適切に制御している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、
 内燃機関の運転状態を検出、または推定する第 1 の運転状態検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、前記運転状態検出手段により検出、または推定された運転状態に基づいて、前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側、または、遅角側に制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記第 1 の運転状態検出手段は、内燃機関の運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータを検出、若しくは推定する手段であり、
 前記排気弁調整手段は、前記第 1 の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも大きいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御し、前記第 1 の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも小さいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 内燃機関の運転状態を検出する第 2 の運転状態検出手段を備え、前記第 2 の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路中に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量を推定し、
 前記排気弁調整手段は、内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／またはシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか一方に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記排気弁調整手段は、前記第 1 の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御するとき、内燃機関の吸気弁と前記排気弁とが同時に開弁している期間が所定期間となるように吸気上死点からの遅角量を設定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一つに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記吸気弁の少なくとも閉タイミングを調整する吸気弁制御手段を備え、
 前記第 2 の運転状態検出手段は、内燃機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段を含み、
 前記吸気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検

出された燃焼状態として、排気通路中の未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときに前記吸気弁の閉タイミングを遅角し、

前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態が安定しているとき、前記排気弁の閉タイミングを進角することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 6】 内燃機関の燃焼空燃比を検出する空燃比検出手段と、

10 内燃機関より排出される排気ガスの温度を検出、または推定する排ガス温度検出手段とを備え、

前記燃焼状態検出手段は、前記排ガス温度検出手段により検出、または推定された排気ガスの温度が所定温度よりも高く、かつ、前記空燃比検出手段により検出された燃焼ガスの空燃比が所定リーンであるときに内燃機関の燃焼状態が安定していると判定し、

前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段による判定結果に基づいて前記排気弁の閉タイミングを進角することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 7】 内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、
 内燃機関の運転状態を検出、または推定する第 2 の運転状態検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の冷間始動時からの運転において、前記第 2 の運転状態検出手段により検出、または推定される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁調整手段により前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側に制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 8】 前記第 2 の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路内に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量とを推定し、

前記排気弁調整手段は、前記第 2 の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 9】 内燃機関に配設される排気弁と、
 前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 10】 内燃機関の排気系に設けられ、内燃機関から排出される燃焼ガスを処理するための燃焼ガス処理手段と、

前記排ガス処理手段の燃焼ガス処理能力を検出、または推定する処理能力検出手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に、前記処理能力検出手段により前記燃焼ガス処理手段による燃焼ガスを処理する能力が低いことが検出されたとき、内燃機関の始動時に前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 11】 前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時から所定期間後、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御することを特徴とする請求項 9 または請求項 10 のいずれか一方に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項 12】 内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、

前記排気弁調整手段は、内燃機関から排気通路に排出された燃焼ガスを、所望量、内燃機関のシリンダ内に再吸入できない状態にあるとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【0002】

【従来技術】近年、内燃機関の燃焼により排出される有害ガス成分に対する規制が厳しくなっている。そこで、この燃焼によって排出される有害ガス成分を低減する技術が広く研究されている。この有害成分が、特に問題になるのは内燃機関の冷始動時のような触媒コンバータが不活性状態であるときである。たとえば、触媒コンバータとして広く知られている三元触媒は、活性状態において、空燃比が理論空燃比のときに最も浄化率が高くなることが知られている。しかしながら、上述のように冷始動時には、触媒コンバータが活性していないために、燃焼によって発生する有害ガス成分が浄化されずに大気へ放出される。これによってエミッションが悪化してしまう。

【0003】そこで、従来から特開平 11-336574 号公報に開示される技術が知られている。この技術は、有害ガス成分の 1 つとして、炭化水素（HC）ガスの排出を抑制するための技術であり、吸気バルブと排気バルブとが同時に開弁している時期、所謂バルブオーバーラップ量を制御することによって、一旦、排気通路に排出された燃焼ガスを再び内燃機関のシリンダに再吸入させることが開示されている。

【0004】このように、排気通路中に排出された燃焼

ガスをシリンダ内に再吸入させることで、燃焼ガスに含まれる未燃 HC ガスを再び燃焼に寄与させることで HC ガスの排出を抑制することができる。しかしながら、シリンダに再吸入する燃焼ガス量が多くなると、新気に対する排気ガス量の割合が大きくなるために燃焼が不安定になってしまう。特開平 11-336574 号公報の技術では、特にこの課題に対してシリンダに再吸入する燃焼ガス量が大きくなることを防止するためにオーバーラップ量を所定値以下に制御する。これによって、排気バルブが開いているときに吸気バルブが開いている期間が短くなるので、新気に対する再吸入燃焼ガス量を抑制でき、上述の課題を解決するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃焼ガスの再吸入量は、オーバーラップ量と、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧によって決まる。すなわち、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧が小さい場合には、十分に排気ガスをシリンダ内に再吸入させることができず、未燃 HC を低減するという効果を十分に活用することができないという虞がある。

【0006】この問題は、特に、エンジン始動時に現れる課題であり、エンジン始動時にはまだアイドル回転速度に達していないために、燃焼ガスをシリンダ内に再吸入させるのに十分な吸気通路中の圧力を得られない。このため、上記特開平 11-336574 号公報の技術のように排気バルブの閉じタイミングを遅角させて、バルブオーバーラップ量を制御することで燃焼ガスをシリンダ内に再吸入させる方法では、始動時には燃焼ガスの再吸入を充分に行うことができない。特に、冷間始動時には触媒コンバータが活性していないために未燃 HC が浄化されずに大気へ放出されて、エミッションを悪化させる虞がある。

【0007】また、冷間始動時の燃料噴射は、通常運転に比して燃料の霧化状態が悪化するために、点火プラグに点火することによってシリンダ内での燃焼が行われても燃焼に寄与しない燃料が爆発によってシリンダ壁面に押し付けられることになる。シリンダ壁面に押し付けられた燃料は、シリンダ内の空気に曝される面積が小さいためにさらに燃焼には寄与しなくなる。そして、この燃焼に寄与せずに、シリンダ壁面に付着した未燃 HC は、ピストンの上昇により掻き揚げられて排気バルブが開いたときに、排気通路に放出されてしまう虞がある。（この HC を以下ではクエンチ HC と称する）そこで、本願発明は上述の課題に鑑みてなされたものであり、常に未燃 HC の排出を低減させることができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを第 1 の目的とする。

【0008】また、冷間始動時であっても排気通路に未燃 HC ガスを低減させることができる内燃機関のバルブタイミング制御装置を提供することを第 2 の目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、内燃機関の運転状態を検出、または推定する第1の運転状態検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された運転状態に基づいて、前記排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側、または、遅角側に制御する。

【0010】これにより、第1の運転状態検出手段により検出される運転状態が燃焼ガスを燃焼室内に十分に再吸入することが出来ない状態であれば、排気弁の閉タイミングを進角させることにより燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができる。このように燃焼ガスを燃焼室に閉じこめることにより燃焼ガスに含まれる未燃炭化水素（以下、未燃HCと称す）を次の燃焼に寄与させることができるので、エミッションを低減することができる。そして、運転状態として燃焼ガスを燃焼室内に十分に再吸入することができる場合には、排気弁の閉タイミングを遅角することによって、燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができ、未燃HCガスを低減することができる。

【0011】以上の構成により、常に未燃HCガスの排出を低減して、エミッションを抑制するという第1の目的を達成することができる。

【0012】請求項2は、前記第1の運転状態検出手段は、内燃機関の運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータを検出、若しくは推定する手段であり、前記排気弁調整手段は、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも大きいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御し、前記第1の運転状態検出手段により検出、または推定された圧力、または圧力に関するパラメータが所定値よりも小さいとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御する。

【0013】これにより、運転状態として吸気通路の圧力、または圧力に関するパラメータに基づいて排気弁の閉タイミングを進・遅角することができる。すなわち、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が小さいときには、排気弁の閉タイミングを進角させることで、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めるので、未燃HCを低減することができる。一方、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が大きいときには、排気通路に排出された燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができるので、未燃HCを低減することができる。以上の構成により、常に未燃HCガスを低減して、エミッションを抑制するという第1の目的を達成することができる。

【0014】また、請求項3の発明のように、内燃機関

の運転状態を検出する第1の運転状態検出手段を備え、前記第1の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路中に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量を推定し、前記排気弁調整手段は、前記第2の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／またはシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の閉タイミングの吸気上死点からの進角量を設定しても良い。

【0015】これにより、例えば、冷間始動時などのようにシリンダ壁面に付着する未燃HC（以下、クエンチHCと称する）やウェット燃料が多い状態でも、これらの値を推定することができる。故に、排気弁の閉タイミングをこの値に応じて進角量を設定できるので、燃焼室に閉じこめる燃焼ガスの量を最適な量に調整でき、この燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることで、エンジンから排出される未燃HCガスを低減し、エミッションを抑制することができる。

【0016】ところで、排気通路に排出された燃焼ガスを燃焼室に再吸入させるために、吸気弁と排気弁とを同時に開弁させることが知られている。しかしながら、燃焼室に再吸入する燃焼ガス量は、排気通路中の圧力と吸気通路中の圧力との差圧に依存する。このため、吸気通路の圧力が大気圧に近い場合には、排気通路と吸気通路との差圧が小さいために、排気弁と吸気弁とを同時に開弁させても燃焼ガスを再び燃焼させることができない。

【0017】そこで、第1の運転状態検出手段によって運転状態が燃焼ガスを燃焼室に再吸入可能である場合には、請求項4の発明のように、前記排気弁調整手段は、内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御するとき、内燃機関の吸気弁と前記排気弁とが同時に開弁している期間が所定期間となるように吸気上死点からの遅角量を設定する。

【0018】これにより、同時に開弁している期間を考慮して排気弁の閉タイミングを設定することができるので、燃焼室に再吸入させる燃焼ガス量を精度良く制御することができる。

【0019】請求項5の発明では、前記吸気弁の少なくとも閉タイミングを調整する吸気弁制御手段を備え、前記運転状態検出手段は、内燃機関の燃焼状態を検出する燃焼状態検出手段を含み、前記吸気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態として、排気通路中の未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときに前記吸気弁の開タイミングを遅角し、前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段により検出された燃焼状態が安定しているとき、前記排気弁の閉タイミ

ングを進角する。

【0020】未燃炭化水素が酸化反応を起こす条件が成立したときには、未燃炭化水素が排出されても排気通路中で酸化反応によって未燃炭化水素は消費される。そこで、このような条件が成立する場合には、燃焼の安定性を目的として請求項5の発明のように制御する。すなわち、吸気弁の開タイミングを進角すると、吸気通路と燃焼室とに差圧が生じて吸気流速が向上する。これにより、燃料の霧化が促進されて燃焼が改善される。そして、この状態で排気弁の開タイミングを進角することで排気通路に排出された燃焼ガスが燃焼室に再吸入するのを低減することができ、燃焼の安定性を改善することができる。

【0021】請求項6の発明では、内燃機関の燃焼空燃比を検出する空燃比検出手段と、内燃機関より排出される排気ガスの温度を検出、または推定する排ガス温度検出手段とを備え、前記燃焼状態検出手段は、前記排ガス温度検出手段により検出、または推定された排気ガスの温度が所定温度よりも高く、かつ、前記空燃比検出手段により検出された燃焼ガスの空燃比が所定リーンであるときに内燃機関の燃焼状態が安定していると判定し、前記排気弁制御手段は、前記燃焼状態検出手段による判定結果に基づいて前記排気弁の開タイミングを進角する。

【0022】排気通路中に排出される燃焼ガスは、未燃HCを含んで排出される。この燃焼状態では、空燃比と排気温度とに基づいて、この燃焼ガス中の未燃HCガスが排気通路中で酸化反応により消費される燃焼状態を検出している。そこで、上述の発明のように、燃焼状態が未燃HCを排気通路中で酸化する場合に、排気弁の開タイミングを進角させることで、燃焼ガスが燃焼室に再吸入することを低減して燃焼の安定性を実現することができる。

【0023】前述した通り、冷始動時には燃料ウェットとクエンチHCが燃焼ガスに多量に含まれる。そして、このクエンチHCと燃料ウェットを低減させるために、従来技術のように吸気弁と排気弁とを同時に開弁する期間を設定して排気通路中の燃焼ガスを燃焼室に再吸入させようとしても十分に燃焼ガスを再吸入できない虞がある。これは、始動時に吸気通路と排気通路との差圧が小さいために、吸気弁と排気弁とを同時に開弁しても再吸入できないためである。

【0024】そこで、請求項7の発明では、内燃機関に配設される排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段と、内燃機関の運転状態を検出、または推定する第2の運転状態検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の冷間始動時からの運転において、前記第2の運転状態検出手段により検出、または推定される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁調整手段により前記排気弁の開タイミングを吸気上死点に対して進角側に制御する。

【0025】これにより、クエンチHCや燃料ウェットが多量に含まれる燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができるので、このクエンチHCと燃料ウェットを再び燃焼に寄与させることができるので、未燃HCを低減し、エミッションを低減することができ、冷間始動時であっても排気通路に未燃HCガスを低減するという第2の目的を達成することができる。

【0026】請求項8の発明では、前記第2の運転状態検出手段は、内燃機関に燃料を供給するインジェクタから噴射される燃料のうち、吸気通路内に付着する燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量とを推定し、前記排気弁調整手段は、前記第2の運転状態検出手段により検出される内燃機関の運転状態に基づいて前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御するとき、推定された前記燃料ウェット量、および／または内燃機関のシリンダ壁面に付着する未燃炭化水素量に基づいて、前記排気弁の開タイミングの吸気上死点からの進角量を設定する。

【0027】これにより、例えば、冷間始動時などのようにシリンダ壁面に付着する未燃HC（以下、クエンチHCと称する）やウェット燃料が多い状態でも、これらの値を推定することができる。故に、排気弁の開タイミングをこの値に応じて進角量を設定できるので、燃焼室に閉じこめる燃焼ガスの量を多くすることができ、この燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることで、エンジンから排出される未燃HCガスを低減し、エミッションを抑制することができる。

【0028】請求項9の発明では、内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0029】これにより、未燃HCが多量に含まれる燃焼ガスを燃焼室に閉じ込めることができる。ゆえに、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧が小さい運転状態であっても未燃HCを再び燃焼に寄与させることができるので、未燃HCを低減し、エミッションを低減することができる。

【0030】請求項10の発明によれば、内燃機関の排気系に設けられ、内燃機関から排出される燃焼ガスを処理するための燃焼ガス処理手段と、前記燃焼ガス処理手段の燃焼ガス処理能力を検出、または推定する処理能力検出手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時に、前記処理能力検出手段により前記燃焼ガス処理手段による燃焼ガスを処理する能力が低いことが検出されたとき、内燃機関の始動時に前記排気弁の開タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0031】燃焼ガス処理手段による燃焼ガス処理能力

が低い場合、燃焼によって発生する未燃HCは、処理されずにそのまま大気に放出される虞がある。そこで、未燃HCを低減するために、排ガス処理手段の排ガス処理能力が低い場合には、排気弁の閉タイミングを吸気上死点に対して進角側となるように制御する。これにより、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めることができるので、燃焼ガスに含まれる未燃HCを再度燃焼に寄与させることができる。ゆえに、排出される燃焼ガスには未燃HCが低減されており、エミッションの悪化を低減することができる。

【0032】燃焼ガス中に含まれる未燃HCを低減する方法としては、前述した通り燃焼ガスを閉じ込める方法と、燃焼室内に燃焼ガスを再吸入させる方法とがある。燃焼室内に燃焼ガスを再吸入させる方法では、吸気通路の圧力と排気通路の圧力との差圧を利用しており、この差圧が小さい場合には、十分に燃焼ガスを再吸入させることができない。すなわち、内燃機関の始動時には吸気通路中の圧力はほぼ大気圧であるために、燃焼ガスを再吸入させることが困難である。

【0033】そこで、請求項11の発明では、前記排気弁調整手段は、内燃機関の始動時から所定期間後、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して遅角側となるように制御する。

【0034】これにより、内燃機関の回転速度が上がってくる所定期間後では、吸気通路中の圧力が低下してくるので、排気通路の圧力との差圧が大きくなるので、燃焼ガスを燃焼室に再吸入させることができ、未燃HCの排出を低減することができる。

【0035】なお、この所定期間は、内燃機関の回転速度や回転速度の積算、点火プラグによる点火回数、吸入空気量の積算等により補正されても良い。

【0036】請求項12の発明によれば、内燃機関に配設される排気弁と、前記排気弁の少なくとも閉タイミングを調整する排気弁調整手段とを備え、前記排気弁調整手段は、内燃機関から排気通路に排出された燃焼ガスを、所望量、内燃機関のシリンダ内に再吸入できない状態にあるとき、前記排気弁の閉タイミングが吸気上死点に対して進角側となるように制御する。

【0037】これにより、燃焼ガスを所望量再吸入できない場合には、燃焼ガスを燃焼室内に閉じ込めることができるので、閉じ込められた燃焼ガスに含まれる未燃HCを次の燃焼に寄与させることができる。ゆえに、内燃機関から排出される燃焼ガス中の未燃HCガスを低減して、エミッションが悪化することを防止することができる。

【0038】

【実施の形態】<第1の実施の形態>本実施の形態に係る概略構成図を図1に示す図面を用いて説明する。図1は、本実施の形態にかかる内燃機関のバルブタイミング制御装置を示す全体構成図である。図1において、エン

ジン1は火花点火式の4サイクル多気筒内燃機関からなり、その吸気ポートと排気ポートにはそれぞれ吸気通路2と排気通路3とが接続されている。吸気通路2には、図示しないアクセルペダルに連動するスロットル弁4が設けられると共に、吸入空気量を検出するためのエアフローメータ45が配設されている。スロットル弁4の開度はスロットルセンサ20により検出され、同センサ20によればスロットル全閉の状態も併せて検出される。

10 【0039】エンジン1の気筒を構成するシリンダ6内には図の上下方向に往復動するピストン7が配設され、同ピストン7はコンロッド8を介して図示しないクランク軸に連結されている。ピストン7の上方にはシリンダ6及びシリンダヘッド9にて区画された燃焼室10が形成され、燃焼室10は吸気弁11及び排気弁12を介して前記吸気通路2及び排気通路3に連通している。シリンダ6（ウォータジャケット）には、エンジン冷却水の温度を検出するための水温センサ17が配設されている。

20 【0040】排気通路3には2つの触媒コンバータ13、14が配設されており、これら触媒コンバータ13、14は、排ガス中のHC、CO、NO_xといった三成分を浄化するための三元触媒からなる。上流側の触媒コンバータ13は、下流側の触媒コンバータ14に比べてその容量が小さく、エンジン始動直後の暖機が比較的早い、いわゆるスタートキャタリストとしての役割を持つ。なお、上流側の触媒コンバータ13は、エンジン排気ポート端面から約300mm程度の位置に設けられる。

30 【0041】触媒コンバータ14の上流側には、限界電流式空燃比センサからなるA/Fセンサ15が設けられ、同A/Fセンサ15は排ガス中の酸素濃度（或いは、未燃ガス中の一酸化炭素の濃度）に比例して広域で且つリニアな空燃比信号を出力する。また、同触媒コンバータ14の下流側には、理論空燃比（ストイキ）を境にしてリッチ側とリーン側とで異なる電圧信号を出力するO₂センサ16が設けられている。

【0042】電磁駆動式のインジェクタ18には図示しない燃料供給系から高圧燃料が供給され、インジェクタ18は通電に伴いエンジン吸気ポートに燃料を噴射供給する。本実施の形態では、吸気マニホールドの各分岐管毎に1つずつインジェクタ18を有するマルチポイントインジェクション（MPI）システムが構成されている。シリンダヘッド9に配設された点火プラグ19は、図示しない点火コイルから供給される点火用高電圧により発火する。

【0043】この場合、吸気通路上流から供給される新気とインジェクタ18による噴射燃料とがエンジン吸気ポートにて混合され、その混合気が吸気弁11の開弁動作に伴い燃焼室10内に流入する。燃焼室10内に流入

した燃料は、点火プラグ 19 による点火火花にて着火され、燃焼に供される。そして、燃焼した混合気は排気弁の開弁動作によって排出される。

【0044】この吸気弁 11 と排気弁 12 との開閉動作は、それぞれバルブタイミング可変機構 43、44 によって決定される。ここで、吸気弁 11 と排気弁 12 との開閉タイミングを任意に設定することができるバルブタイミング可変機構の構成について説明する。なお、それぞれのバルブタイミング可変機構 43、44 は同一の構成であるため、吸気弁 11 のバルブタイミング可変機構 43 については説明を省略し、ここでは排気弁 12 のバルブタイミング可変機構 44 を図 2 を用いて説明する。

【0045】図示のように、シリンダヘッド 9 に上下方向に移動可能に設けられた排気弁 12 は、弁部 12a 及びバルブステム部 12b より構成されている。弁部 12a は、排気弁 12 が上方に引き上げられた際にシリンダヘッド 9 に開口する排気通路 3 の開口部周縁 3a に設けられたバルブシート部 40 と密着可能な形状に形成されている。そして、バルブステム部 12b の頭頂部には磁性材料からなる可動子 41 が連結されている。この可動子 41 は、シリンダヘッド 9 の上部に設けられたケーシング 45 内に納められている。

【0046】ケーシング 45 内には、可動子 41 を上下方向より挟み、かつその間で可動子 41 が上下方向に移動可能な位置に開弁用コイル 46 と閉弁用コイル 47 が設けられている。そして、開弁用コイル 46 の内側でかつバルブステム 12b の外周には常に排気弁 12 を開弁方向（図中、上方向）に付勢する開弁用スプリング 50 が設けられている。また、可動子 41 を挟んで反対側の閉弁用コイル 47 の内側には逆に排気弁 12 を閉弁方向（図中、下方向）に付勢する閉弁用スプリング 51 が設けられている。

【0047】このように構成される吸気弁 11 と排気弁 12 が、開弁されるときには、電子制御装置（ECU）30 からの開弁信号によって、開弁用コイル 46 に電流が供給される。そして、開弁用コイル 46 に電流が流れることにより電磁力が生じ、磁性材料からなる可動子 41 が電磁力によって開弁用コイル 46 に吸引されることによって排気弁 12 は開弁する。一方、排気弁 12 が閉弁されるときには、同様に ECU 30 からの閉弁信号によって、閉弁用コイル 47 に電流が供給されることにより可動子 41 が電磁力によって閉弁用コイル 47 に吸引される。以上のように吸気弁 11 と排気弁 12 とは、ECU 30 からの開閉指令により任意にその開閉タイミングが設定される。

【0048】つぎに、ECU 30 について説明する。ECU 30 は、CPU 31、ROM 32、RAM 33、バックアップ RAM 34 等からなるマイクロコンピュータを中心に構成されている。ECU 30 は、前記したエアフロメータ 45、A/F センサ 15、O₂ センサ 16、

水温センサ 17、スロットルセンサ 20、バルブタイミングセンサ 29 の各々の検出信号を入力し、各検出信号に基づいて吸入空気量 Q_a 、触媒上流側及び下流側の空燃比（A/F）、エンジン水温 T_{hw} 、スロットル開度、吸気弁 11 と排気弁 12 との開閉タイミングなどのエンジン運転状態を検知する。またその他に、ECU 30 には、720° CA 毎にパルス信号を出力する基準位置センサ 27 と、より細かなクランク角毎（例えば、30° CA 毎）にパルス信号を出力する回転角センサ 28 とが接続され、ECU 30 は、これら各センサ 27、28 からのパルス信号を入力して基準クランク位置（G 信号）及びエンジン回転速度 N_e を検知する。

【0049】ECU 30 は、上記の如く検出した各種のエンジン運転状態に基づき、インジェクタ 18 による燃料噴射の制御や、点火プラグ 19 による点火時期の制御や、電磁駆動式吸排気弁 11、12 の開閉時期の制御を実施する。但しその詳細については後述する。

【0050】次に、ECU 30 が実施する本実施の形態の処理について説明する。まず、本実施の形態では、

- （1）吸入空気量を通常のアイドル運転よりも増量させること、
- （2）点火時期を遅角側で制御すること、
- （3）燃料噴射量を減量してリーン空燃比にて制御すること、
- （4）始動時には排気弁 12 を進角させること、
- （5）始動後から吸気通路 2 の圧力が所定圧力以下に到達すると排気弁 12 を遅角させること、
- （6）始動後から燃焼が安定すると吸気弁 11 を遅角させるとともに、排気弁 12 を進角させること、を各々実行する。

【0051】（1）では、吸入空気量を増量することで、触媒に与える熱量を増加させる。すなわち、吸入空気量によって燃料噴射量が決まるゆえ、吸入空気量が増量させることで燃料噴射量が増加し、触媒に供給する熱量を増加させることができ、触媒を早期に活性させることができる。また、（2）では、点火時期をピストン 7 の上死点（TDC）に対して遅角側に制御することで、TDC に比して圧縮比の小さな時期に点火を実行するために燃焼伝播速度が緩慢になり、排気弁 12 が開いても燃焼が継続して行われる。これにより、排気通路 3 に燃焼による高温のガスが排出されるので、触媒に高温のガスが供給され触媒が早期に活性される。

【0052】さらに（3）のように燃料噴射量を制御して燃焼空燃比がリーンとすることで、点火時期の遅角制御によって排出ガスが高温になっているために、排気通路中に排出される未燃 HC が酸化反応を起こして浄化されることになる。すなわち、排気通路中の未燃 HC は、燃焼空燃比がリーンなことから酸素が十分にあることと、高温雰囲気中であることから、積極的に酸化反応を起こすのである。この未燃 HC が酸化反応する運転状態を後燃えと称する。

【0053】つぎに、（4）の処理を説明するにあたって、冷間始動時の未燃 HC について説明する。エンジン

1の冷間始動時には、機関温度が低いことから吸気ポートに付着するウェット燃料が増加する。また、燃料の霧化が促進されていないために、燃焼が不安定となり燃焼に寄与しない未燃HCがシリンダ壁面に付着する。このシリンダ壁面に付着した未燃HC（以下、クエンチHCと称する）は、空気に曝される表面積が小さいために付着していない未燃HCよりもさらに燃焼に寄与し難くなる。このクエンチHCは、ピストンの上昇により掻き揚げられ、排気弁12が開弁すると同時にそのまま排気通路3に放出される。

【0054】クエンチHC等の未燃HCをシリンダ室内に再吸入させるために、従来より、排気弁12の開タイミングを遅角し、吸気弁11と排気弁12とが同時に開いている期間を設定する所謂オーバーラップ制御が知られている。しかし、バルブオーバーラップ量による燃焼ガスの再吸入は、吸気通路中の圧力と排気通路中の圧力との差圧に依存する。すなわち、吸気通路中の圧力がほぼ大気圧に近いような運転状態では、十分に燃焼ガスの再吸入を行えない。

【0055】そこで、(4)の処理では、排気弁12の閉タイミングを進角させることで、燃焼室10内に燃焼ガス内に残留する未燃HC（ウェット燃料、クエンチHC）を閉じこめる。そして、次の燃焼時に再び燃焼に寄与させることで、エミッションの低減を図るものである。そして、(5)の処理では、知られる排気弁12を遅角させることにより吸気弁11と同時に開弁している期間（オーバーラップ期間）を増大させることで、一度排気通路3に排出された排気ガスを再び燃焼室10に再吸入させ、排気ガス中に含まれる未燃HCガスを再度燃焼に寄与させることでエミッションの低減を図る。

【0056】(6)の処理は、吸気流速を向上させて燃焼を安定化することを目的とした制御である。この制御は、始動後からの触媒早期暖機により排気通路中の未燃HCが酸化反応を起こすような運転状態になってから実行される。ここで、未燃HCが酸化反応するためには、排気ガス温度が例えば700℃以上であり、未燃HCが反応するための酸素雰囲気であることが必要である。酸素雰囲気とは、空燃比がリーンであることである。このような運転状態になると、(6)の処理が実行される。この処理では、吸気弁11を遅角させるとともに排気弁12を進角させている。吸気弁11を遅角させることで吸気TDCを越えてから吸気弁11が開弁するので、吸気通路2の圧力と燃焼室10との圧力に差圧が生じる。そして、このように差圧が生じた状態で吸気弁11が開弁するので、燃焼室10への吸気流速が向上し、噴射燃料の霧化が促進される。このような現象によって、燃焼室10での吸入空気と噴射燃料との混合が向上されて燃焼が安定する。

【0057】以上のように、(1)と(3)との処理は、触媒に熱量を供給して冷間始動時から触媒を早期に

活性することを目的としている。また、(4)乃至

(6)の処理は、いずれも未燃HCが排出されることを抑制することを目的とした処理であり、本実施の形態では、特に、(4)、(5)の処理を特徴とする。以下では、エンジン1のクランキングからの吸気弁11と排気弁12との開閉制御について図面を用いて詳細に説明する。まず、図3の触媒暖機の条件判定ルーチンについて説明する。この処理では、触媒早期暖機のために実施する上述の吸入空気量の増量と、点火時期の遅角を実行するか否かについて条件判定をする。ステップS101では、エンジン回転速度Neが400rpm以上でかつ2000rpm以下であるか否かが判定される。ステップS102では、0℃以上でかつ60℃以上であるかが判定される。ステップS103では、図示しないオートマチック・トランスミッションのシフト位置がPレンジまたはNレンジであるか否かが判定される。（マニュアル・トランスミッションの場合にはギア位置としてNレンジであるか、ドライブレンジとしてのファーストギア乃至トップギアのいずれであるかが判定される。）

ステップS104では、エンジン1の始動からの経過時間が所定時間経過したか否かを判定する。この所定時間としては、触媒の早期暖機制御によって触媒暖機が完了する時間に設定される。ステップS105では、各種のフェイル判定によりフェイルがないかを判定する。そして、このステップS101乃至ステップS105の判定結果を全て満たす（Yes）場合にのみ触媒早期暖機実行のための触媒早期暖機実行フラグXCATに1を立てて本ルーチンを終了する。一方、ステップS101乃至ステップS105の条件を1つでも満たさない（No）場合には、ステップS107にて触媒早期暖機実行フラグXCATに0を入力して本ルーチンを終了する。

【0058】つぎに、図4に示す後燃え条件判定ルーチンについて説明する。この処理では触媒早期暖機制御のための吸入空気量の増量と、点火時期遅角制御とによって排気通路3にて燃焼が行われる条件であるか否かを判定する。まず、ステップS111にて推定排気温度が700℃以上であること、ステップS112にて推定空燃比が例えば1.5以上、すなわちリーンであることが判定される。なお、ここで、空燃比の推定は、吸入空気量と燃料噴射量とに基づいて推定される。また、A/Fセンサが活性している場合には、センサを用いて直接空燃比を検出して良い。

【0059】本ルーチンでは、この2つの条件を満たす場合にはステップS113へ進み、エンジン1の運転条件が後燃え条件を満たすことを示すように、フラグXBFに1を立てて本ルーチンを終了する。一方、ステップS111、若しくはステップS112の何れかの条件を満たさない場合には、ステップS114へ進み、エンジン1の運転条件が後燃え条件を満たさないとしてフラグXBFに0を入力して本ルーチンを終了する。

【0060】なお、推定排気温度については、点火時期と吸入空気量とに基づいて図12(a)のマップによりベースとなる排気温度を演算する。そして、図12

(b)、若しくは(c)のマップを用いて、空燃比と始動後経過時間によるベースの排気温度を補正する。空燃比による補正では、吸入空気量と燃料噴射量とに基づいて推定空燃比を算出し、空燃比に応じた補正係数FABFを演算する。例えば推定空燃比が1.3のときには補正係数FABFは0.9に設定され、推定空燃比が1.5のときには1.1に設定される。これは、空燃比がリーンであるほど燃焼温度が高いためにベースの排気温度に対して1以上の補正係数を設定し、この補正係数FABFをベースの排気温度に乗じて最終的な推定排気温度を推定する。

【0061】また、同様に推定排気温度は、始動後経過時間によって推定しても良い。ベースの排気温度に関しては、上述と同様である。そして、始動後経過時間に応じて補正係数FTIMEを設定する。例えば、始動後経過時間が1秒であるときには補正係数FTIMEに0.9を設定し、10秒のときには1.05を設定する。これは、始動後から短い期間では、空燃比をリッチにして制御しているために排気温度はリーンに比して低くなり、その後の時間経過にしたがって空燃比がリーンになるためである。このため始動後経過時間に応じて排気温度が上昇するように補正をすることで精度良い排気温度を推定することができる。

【0062】以上説明した図3、図4の条件判定の結果は、後述する図7、図10のフローチャートにて用いられる。

【0063】つぎに、図5、6の点火時期制御と燃料噴射制御とのプログラムについて説明する。まず、ステップS201乃至ステップS203では、始動後1秒経過したか、機関水温Thwが60℃以下か、触媒暖機の条件フラグXCATが1かがそれぞれ判定される。上記3つの判定結果がすべて肯定(Yes)の場合、ステップS204へ進み、点火時期を遅角制御する。この遅角制御は、従来より知られる触媒早期暖機制御のための制御である。一方、上記3つの判定結果のうち、いずれか1つでも否定(No)の場合は、ステップS205へ進む。ステップS205では、通常の点火時期制御であり、運転状態に応じた点火時期を設定する。

【0064】同様に、図6の燃料噴射制御のプログラムについて説明する。同一の処理ステップには、図5のフローチャートと同一の符号を付して説明を省略する。ステップS201乃至ステップS203の判定結果がすべて肯定(Yes)の場合、ステップS214へ進み、空燃比が弱リーンとなるように燃料噴射量を設定する。一方、ステップS201乃至ステップS203の判定結果のうち少なくとも1つでも否定(No)の場合には、ステップS215へ進む。ステップS215では、目標空

燃比となるように、吸入空気量に基づいて燃料噴射量を設定する。

【0065】以上のように、触媒早期暖機実行条件が成立したときには、点火時期、燃料噴射ともに触媒早期暖機用の制御を実行する。このように、本実施の形態では、吸入空気量の増量と、燃料噴射量の制御として空燃比の弱リーン制御と、点火時期の遅角制御とを前提として、以下に説明する吸気弁11と排気弁12との開閉タイミングの制御について図面を用いて詳細に説明する。

【0066】まず、図7に示す排気弁制御ルーチンを以下に説明する。このルーチンは、図示しないイグニッションスイッチがオンされると、例えば所定クランク角度に同期して繰り返し起動される。この図7のフローチャートが起動されると、ステップS300にてエンジン回転速度Neが例えば400rpm以下であるかが判定される。ここでは、イグニッションスイッチがオンされてからエンジン1の所定の始動判定レベル以下であるかを判定しており、所定の始動判定レベルとして例えば400rpm以下である場合には、ステップS310乃至ステップS330の処理を実行する。

【0067】ステップS310では、エンジン冷却水温Thwが0℃より大きく、60℃以下ではない場合には、ステップS330へ進み、排気弁12の目標閉タイミングVCTtに所定の固定値を入力して本ルーチンを終了する。一方、冷却水温Thwが0℃より大きく60℃以下の範囲である場合には、ステップS320へ進み、触媒早期暖機実行前の制御を実行する。触媒早期暖機実行前の制御としては図8に示すフローチャートの処理を実施する。触媒早期暖機前制御についての詳細は後述する。

【0068】ステップS300にてエンジン回転速度Neが400rpmを越えた場合には、ステップS300の判定が肯定(Yes)されて、ステップS340以降の処理を実施する。ステップS340では、前述した触媒早期暖機制御の実行条件を示すフラグXCATが1であるか否かが判定される。ここで、フラグXCATが0である場合、すなわち、実行条件不成立を示す場合には、ステップS350へ進み、排気弁12の開閉タイミング制御として従来より知られる通常の制御を実施する。

【0069】この通常制御は、図9のフローチャートに示すように、まず、ステップS351、S352、S353にてエンジン回転速度Neと吸入空気量Gaと冷却水温Thwをそれぞれ読み込む。そして、そして、読み込んだ各パラメータから、例えば3次元マップ等を用いて運転状態に応じた排気弁12の目標閉タイミングVCTtを設定して本ルーチンを終了する。

【0070】一方、図7のステップS340にて、フラグXCATが1である場合、すなわち、触媒早期暖機制御の実行条件が成立している場合には、ステップS36

0へ進む。ステップS360では、エアフロメータ45により検出される吸入空気量 G_a とエンジン回転速度 N_e とにより吸気通路2の圧力 P_m を算出する。この算出方法は、吸入空気量 G_a とエンジン回転速度 N_e との2次元マップ等により予め設定される吸気通路2の圧力 P_m を読み出すことによって算出される。そして、ステップS360では、算出された吸気通路2の圧力 P_m が所定圧力として例えば600mmHgより小さいか否かを判定する。

【0071】ここで、吸気通路2の圧力 P_m を判定する理由は、燃焼中の未燃HCを再び燃焼に寄与させる所謂EGRガス効果を最大限に活用することによって、エミッションを低減することを目的としている。EGR効果を最大限に活用すること目的とする場合、1つ目は排気弁12の閉弁タイミングを排気行程が終了する前に設定することによって、燃焼ガスを閉じ込めること、そして、2つ目は吸気弁11と排気弁12とを同時に開弁させる期間、所謂オーバーラップ期間を設定することによって排気通路3に排出された燃焼ガスを再び燃焼室内に再吸入させることの2つの方法が挙げられる。上記いずれの方法によっても未燃HCを再び燃焼に寄与させるというEGR効果を奏することができる。

【0072】特に、燃焼によって排出される排出ガスを燃焼室内に再び再吸入させる場合、吸気通路2と排気通路3との差圧によって再吸入量が決定される。すなわち、排気通路3の圧力は常に大気圧付近であるため、この排気通路3の圧力を基準とすると、吸気通路2と排気通路3との差圧は吸気通路2の圧力 P_m によって決定されるのである。図13の特性図（実線は排気弁閉弁タイミングがBTDC10°CA、一点鎖線はATDC10°CAである）によれば、吸気通路2の圧力 P_m が大きいときには、吸気通路2と排気通路3との差圧が小さく、排気弁12の閉弁タイミングを遅角させても（オーバーラップ期間を設定しても）排気通路3に排出された燃焼ガスが燃焼室内に再吸入されずに十分なEGRガス効果を得られない。このような運転状態であれば、燃焼ガスの閉じ込め（排気弁12の閉弁タイミングを進角させること）によるEGR効果の方が未燃HCを低減することができるので、エミッションを抑制することができる。

【0073】上述のような原理により、吸気通路2の圧力 P_m が例えば600mmHg以上の場合（No）には、吸気通路2と排気通路3との差圧が小さいので、排気弁12の閉弁タイミングを進角することによるEGR効果を目的としてステップS320へ進む。そして、ステップS320では、排気弁12の閉弁タイミングを進角させるべく触媒早期暖機の実行前の制御を実施して本ルーチンを終了する。一方、圧力 P_m が600mmHgよりも小さい場合には、排気弁12の閉弁タイミングを遅角する（オーバーラップ期間を設定する）ことによるE

GR効果を目的としてステップS380へ進む。そして、ステップS380では、排気弁12の閉弁タイミングを遅角するべく触媒早期暖機実行中制御を実施して本ルーチンを終了する。

【0074】以上のように、本実施の形態では、始動時に発生するクエンチHCを低減するために触媒早期暖機実施前制御によって、クエンチHCを燃焼室内に閉じ込めることによって未燃HCの排出を低減させた。また、始動から吸気通路2の圧力 P_m が所定圧力として、例えば600mmHgより小さくなると排気弁12を遅角させることによって、燃焼ガスの再吸入によって未燃HCの排出を低減させた。つぎに、上述したメインルーチンにて詳述しなかった触媒早期暖機実行前制御と触媒早期暖機実行中制御との排気弁12の閉弁タイミングの設定方法について、図8と図10とのフローチャートを用いて説明する。

【0075】まず、図8のフローチャートに示す触媒早期暖機実行前制御では、まずステップS321にて、エンジン1の冷却水温 T_{hw} を読みこむ。そして、ステップS322にて、読みこんだ冷却水温 T_{hw} に基づいて、図11に示すマップにより排気弁12の基準閉弁タイミングVCTBSEを算出する。ステップS323では、燃焼室内に付着するクエンチHC量を推定し、図16(a)に示すように吸気行程のTDCよりも進角側に目標排気弁閉弁タイミングVCTtgを設定する。このクエンチHC量の推定方法としては、冷却水温 T_{hw} 、吸気温度、燃焼室内壁温度、始動後燃焼回数、始動後経過時間、筒内圧、点火時期、吸入空気量、エンジン回転速度 N_e 等に基づいてクエンチHC量が推定される。

【0076】クエンチHCは前述した通り、燃焼に寄与しなかった未燃HC（クエンチHC）が燃焼圧力によってシリンダ壁面に付着することに起因する。付着したクエンチHCは、シリンダ壁面の温度が低いほど燃焼に寄与し難い。また、この燃焼に寄与しないクエンチHCの量は、エンジン1の負荷が大きいと増量する。ゆえに、これらの事象を考慮してクエンチHCの量を推定すると良い。具体的には、エンジン1の負荷を、吸入空気量 G_a やエンジン回転速度 N_e に基づいて演算し、演算された負荷に基づいてクエンチHCの総量を演算する。そして、筒内圧力に基づいてクエンチHCの総量に対する補正係数を設定する。この補正係数は、筒内圧が高いほど1に近い値が設定され、筒内圧が低いほど1より小さな値が設定される。これは、筒内圧力、すなわち燃焼圧力が高いほど、クエンチHCとしてシリンダ壁面に付着する燃料割合が高くなるからである。そして、この付着したクエンチHCは、シリンダ壁面の温度が低いほど燃焼に寄与しにくくなるため、吸入空気温度や冷却水温等に基づいてシリンダ壁面の温度を推定してクエンチHCの総量に対する補正係数を設定する。

【0077】以上のように、クエンチHCの量を推定

し、図8のステップS323にてクエンチHCに応じて目標排気VCT閉タイミングを設定する。すなわち、ステップS322にて設定した排気VCT基準閉タイミングVCTBSEに、クエンチHC量に応じた補正係数VCThcを加算して目標排気VCT閉タイミングVCTtgを算出する。ここで補正係数VCThcは、推定されるクエンチHC量が大きいほど、目標排気弁閉タイミングVCTtgの進角量が大きくなるように設定される。

【0078】なお、このクエンチHCに対する補正を簡単にするため、冷却水温Thw、吸気温度、燃焼室内壁温度、始動後燃焼回数、始動後経過時間、筒内圧、点火時期、吸入空気量、エンジン回転速度Neのうちいずれか1つに基づいて行っても良い。

【0079】また、この図8のフローチャートにおいて、クエンチHCとウェット量を推定し、目標排気弁閉タイミングVCTtgの進角量を設定しても良い。

【0080】つぎに、図7のステップS380に示した触媒早期暖実行中制御について、図10のフローチャートを用いて詳細に説明する。まず、ステップS381にて冷却水温Thw、エンジン回転速度Ne、吸入空気量Gaを読みこみ、これらのパラメータに基づいて排気弁の閉タイミングを3次元マップ等により演算する。そして、演算により求められた排気弁の閉タイミングVCTβを基準閉タイミングVCTBSEに設定し、ステップS382へ進む。

【0081】ステップS382では、後燃え条件の成立・不成立を判定するためのフラグXBFRが1であるか否かを参照する。ここで、フラグXBFRが1の場合には、後燃え条件成立を示すので、ステップS385、S386の処理を実行して本ルーチンを終了する。一方、後燃え条件が成立しないときには、ステップS383、S384の処理を実行して本ルーチンを終了する。

【0082】まず、後燃え条件が成立しなかったときの制御について説明する。ステップS383では、回転速度Ne若しくは経過時間に応じて排気弁12の基準閉タイミングに対する遅角量VCTREを設定する。回転速度Neが大きいほどガス量が増加するため、これに伴って未燃HCが増加する。そこで、遅角量VCTREは、回転速度Neが大きいほど大きな値に設定される。これによって吸気弁11と排気弁12とが同時に開弁している期間が長く設定されるため、排出ガスの再吸入量が増加して未燃HCを再び燃焼に寄与させてエミッションを低減することができる。ステップS384では、基準閉タイミングVCTBSEにステップS383にて算出した遅角量VCTREを加算した値を目標排気弁閉タイミングVCTtgとして設定し、図16(b)に示すように排気弁12の閉じタイミングを吸気行程のTDCよりも遅角させて、本ルーチンを終了する。

【0083】一方、後燃え条件が成立したとき、すなわ

ち、ステップS382のフラグXBFRが1のときはステップS385に進み、回転速度Ne若しくは経過時間に応じて排気弁12の基準閉タイミングに対する進角量VCTFWを算出する。後燃え条件が成立しているときには、空燃比がリーンな状態であるため、燃焼により排出される未燃HCが排気通路3で酸素雰囲気と酸化反応を起こす。よって、後燃え条件成立時には、空燃比が安定しているので、さらに燃焼安定を目的として排気弁12の目標閉タイミングを進角させる。この具体的な処理としては、ステップS386にて、排気弁12の基準閉タイミングにステップS385にて算出した進角量VCTFWを加算した値を排気弁12の目標閉タイミングVCTtgとして設定し、図16(c)に示すように排気弁12の目標閉タイミングを吸気行程TDCよりも進角させ、本ルーチンを終了する。

【0084】以上のように、図10に示した触媒早期暖機中制御では、後燃え条件を判定して、後燃え条件が不成立の場合には、燃焼により発生する未燃HCを低減することを目的として、排気弁12の目標閉タイミングVCTtgを遅角させて吸気弁11とのオーバーラップ期間を設定する。これにより、一度排気通路3に排出された未燃HCを再度燃焼室10に吸入させることができるので、未燃HCの排出を低減することが出来る。一方、後燃え条件が成立する場合には、酸化反応により未燃HCが低減されるので、燃焼の安定性を目的として排気弁12の目標閉タイミングを進角させる。これにより、吸気弁11と排気弁12とのオーバーラップ期間を低減することによってアイドル安定性を確保することができる。

【0085】つぎに、図15に示すタイムチャートを用いて本実施の形態を説明する。まず、図15(a)はエンジン回転速度Neを説明する図である。まず、イグニッションスイッチがオンされてクランキングが開始されると、図15(d)に示すように排気弁12の閉タイミングを冷却水温に基づいてBTDC(Before Top Dead Center: 上支点前)10°CAに設定する。この閉タイミングの設定では、冷却水温Thw等によりクエンチHCとウェット量との発生状況を推定し、クエンチHCと燃料ウェット量に応じて燃焼室10に閉じ込める排出ガス量を制御するために排気弁12の閉タイミングを補正する。

【0086】すなわち、クエンチHC、燃料ウェット量が多い運転状態である場合には、燃焼室10に閉じこめる排出ガスを増量するために排気弁12の閉タイミングが進角されるように補正する。この補正によって排出ガスに含まれる未燃HCを次の燃焼時に再び燃焼させることができるのでエミッションを低減することができる。

【0087】そして、図15(a)のエンジン回転速度Neが図中A点にて始動判定が行われ、冷却水温Thw、オートマチックトランスミッションのギア位置等が

触媒早期暖機制御の実行条件を満たす場合には、フラグ XCAT に 1 が立つ。この条件が成立すると、図 15

(b) に示すように、フラグ XCAT が 1 の場合には、点火時期が徐々に遅角される。図 15 (a) のエンジン回転速度 N_e が大きくなり、吸気通路の圧力が小さくなっていくと、図中 B 点にて吸気通路 2 の圧力が 600 mmHg となる。この B 点になると、吸気通路 2 の圧力 P_m に基づいて排気弁 12 の閉タイミングが遅角される。一方、図 15 (c) に示す吸気弁 11 の開タイミングは例えば TDC 付近に設定されている。ゆえに、排気弁 12 の閉タイミングが遅角されることにより吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間、オーバーラップ量が大きくなるため、排気通路 2 に一旦排出された燃焼ガスが再び燃焼室 10 に再吸入されることになる。これにより、燃焼によって発生する未燃 HC が燃焼室 10 にて次の燃焼に寄与することとなり、エミッションを低減することができる。

【0088】図 15 (a) において、図中 C 点は後燃え条件が成立した時点である。後燃え条件は、図 15

(f) の空燃比と図 15 (g) の排出ガス温度とが所定の条件を満たすときに成立するものである。この条件が成立すると、燃焼ガスに含まれる未燃 HC が排気通路中で酸化反応を起こす。ゆえに、この後燃え条件が成立する運転条件では、未燃 HC によるエミッションは低減されているので、燃焼の安定性を目的として図 15 (c) に示すように吸気弁 11 の開タイミングを例えば ATDC 10° CA に遅角する。このように吸気弁 11 を遅角すると、吸気弁 11 が開弁する際に、吸気通路 2 と燃焼室 10 とに差圧が生じているために、吸気流速が向上し燃料の霧化が促進される。なお、このとき、排気弁 12 の目標閉タイミングは、例えば BTDC 10° CA に設定する。これにより、吸気弁 11 とのオーバーラップ期間を低減することで燃焼を安定化させる。

【0089】以上のように、吸気弁 11 と排気弁 12 との開閉タイミングを本実施の形態では、設定する。このような本実施の形態を、図 15 (d) に点線で示すように排気弁 12 の閉タイミングを TDC に設定した従来技術と比較する。図 15 (h) に示すように、点線で示す従来技術では、図 15 (a) の A 点までにクエンチ HC・ウェット燃料等による未燃 HC の排出量が増加する。これに対して、本願発明では、排気弁 12 の閉タイミングを進角させるので、燃焼ガスを燃焼室 10 に閉じ込めることにより、クエンチ HC・ウェット燃料を再び燃焼に寄与させることができるので、エミッションを低減することができる。

【0090】そして、図 15 (a) の B 点以降では、エンジン回転速度 N_e が始動判定の回転速度よりも高くなるために、吸入空気量が増加して燃焼により発生する未燃 HC が増加する。このため点線にて示す従来技術では、このとき発生した未燃 HC によりエミッションが悪

化するが、本実施の形態では、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間、すなわちオーバーラップ期間が設定されているので、排気通路 3 に排出された燃焼ガスが燃焼室 10 に再吸入される。これにより、再吸入された燃焼ガスに含まれる未燃 HC が再び燃焼に寄与することでエミッションを低減させる。

【0091】以上のように、本実施の形態では、冷始動時の触媒コンバータが活性していない状態で排出される未燃 HC を低減することを目的として、吸気通路 2 の圧力 P_m に基づいて排気弁 12 の閉タイミングの進角と遅角とを切り替えた。これは、遅角させることによる燃焼ガスの再吸入効果が吸気通路 2 と排気通路 3 との差圧に依存するためであり、再吸入効果が得られない運転状態では、排気弁 12 の閉タイミングを進角させることによる燃焼ガスの閉じ込め効果を利用して、未燃 HC を低減している。

【0092】なお、本実施の形態では、排気弁 11 の開閉タイミングを設定するための具体的な構成として、電磁駆動弁による制御を説明したがこれに限るものではなく、従来より知られる油圧によって排気弁の開閉タイミングを設定するようにしても良い。

【0093】また、本実施の形態において、図 7 のフローチャートのステップ S370 にて吸気通路の圧力 P_m を検出したが、推定によって圧力 P_m を求めても良い。

【0094】また、本実施の形態では、燃焼ガスの閉じ込めと再吸入とを吸気通路の圧力に基づいて切り替えたが、エンジン始動からの所定期間後に切り替えるようにしても良い。

【0095】本実施の形態において、排気弁調整手段は図 7 のフローチャートに、第 1 の運転状態検出手段は図 7 のフローチャートのステップ S370 に、第 2 の運転状態検出手段は図 8 のフローチャートのステップ S321 乃至ステップ S323 に、燃焼状態検出手段は図 4 のフローチャートに、空燃比検出手段は図 4 のフローチャートのステップ S112 に、排ガス温度検出手段は図 4 のフローチャートのステップ S111 に、それぞれ相当し、機能する。

【0096】また、吸気弁制御手段は吸気弁 11 の少なくとも開タイミングを制御する手段であり、特に、図 7 のステップ S370 にて吸気通路中の圧力 P_m が 600 mmHg よりも小さいと判定されたときに例えば ATDC 10° CA を設定する手段に想到する。

【0097】また、燃焼ガス処理手段は、三元触媒等の触媒コンバータに相当する。そして、処理能力検出手段としては、この触媒コンバータの暖機状態が活性しているか否かを判定する手段に相当し、機能する。

【0098】＜第 2 の実施の形態＞第 1 の実施の形態では、第 1 の実施の形態での図 10 に示す触媒早期暖機実行中制御において、排気弁 12 の閉タイミングを吸気弁 11 の開タイミングとは独立に制御したが、本実施の形

態では、目標のオーバーラップ量を設定し、設定されたオーバーラップ量となるように吸気弁 11 の開タイミングと排気弁 12 の閉タイミングとを設定する。

【0099】本実施の形態は、触媒早期暖機実行中の制御として、目標オーバーラップ量、若しくは目標アンダーラップ量を設定し、吸気弁 11、排気弁 12 の開閉タイミングをそれぞれ設定する。ここで、オーバーラップ量は、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に開弁している期間のことであり、アンダーラップ量とは、吸気 TDC 付近において、吸気弁 11 と排気弁 12 とが同時に閉弁している期間のことをいう。

【0100】まず、図 14 について説明する。この図は、吸入空気量に応じて設定されるアンダーラップ量を示している。このアンダーラップ量は、未燃 HC を低減することを目的として設定されており、吸入空気量が多いときには燃焼によって発生する未燃 HC が多くなるために、アンダーラップ量は、負の値を設定することにより排気通路 3 に排出される燃焼ガスを燃焼室 10 に再吸入させることによりエミッションを低減する。一方、吸入空気量が小さい場合には、アンダーラップ量として正の値を設定することで燃焼ガスを燃焼室 10 に閉じ込める。以上のようにして本実施の形態では、アンダーラップ量、若しくはオーバーラップ量を設定することにより効果的に未燃 HC ガスの低減をすることができる。

【図面の簡単な説明】

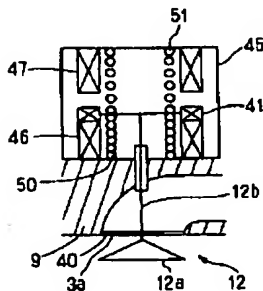
【図 1】第 1 の実施の形態の全体概略構成図である。

【図 2】第 1 の実施の形態の電磁駆動弁を示す概略構成図である。

【図 3】第 1 の実施の形態において、触媒早期暖機制御の実行条件判定を説明するフローチャートである。

【図 4】第 1 の実施の形態において、エンジンから排出される未燃 HC ガスが酸化反応を起こす運転状態、すなわち後燃え条件を判定するためのフローチャートである。

【図 2】



* 【図 5】第 1 の実施の形態における点火時期制御を示すフローチャートである。

【図 6】第 1 の実施の形態における燃料噴射制御を示すフローチャートである。

【図 7】第 1 の実施の形態におけるメインのルーチンとして、排気弁の閉タイミング制御を示すフローチャートである。

【図 8】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 9】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 10】第 1 の実施の形態において、図 7 のフローチャートのサブルーチンである。

【図 11】冷却水温に応じた排気弁の閉タイミングを設定するためのマップである。

【図 12】排気温度を推定するためのマップである。

【図 13】排気弁の閉じタイミング毎の吸気通路の圧力に対する未燃 HC の再吸入量を示す特性図である。

【図 14】第 2 の実施の形態における目標アンダーラップ量を設定するマップである。

【図 15】本発明を適用した場合のタイムチャートである。

【図 16】排気弁の閉じタイミングを示すタイムチャートである。

【符号の説明】

1…エンジン、

2…吸気通路、

3…排気通路、

4…スロットルバルブ、

11…吸気弁、

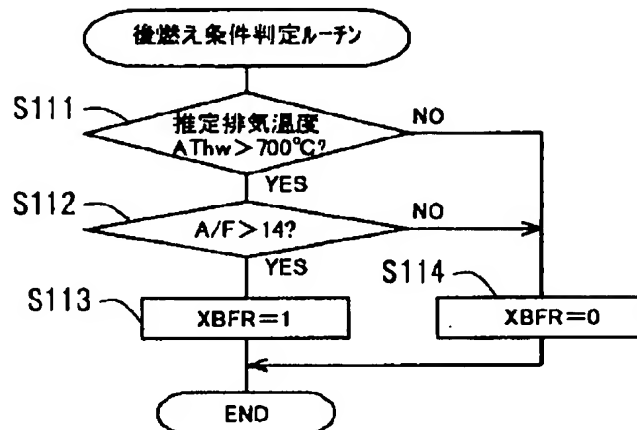
12…排気弁、

29…バルブタイミングセンサ、

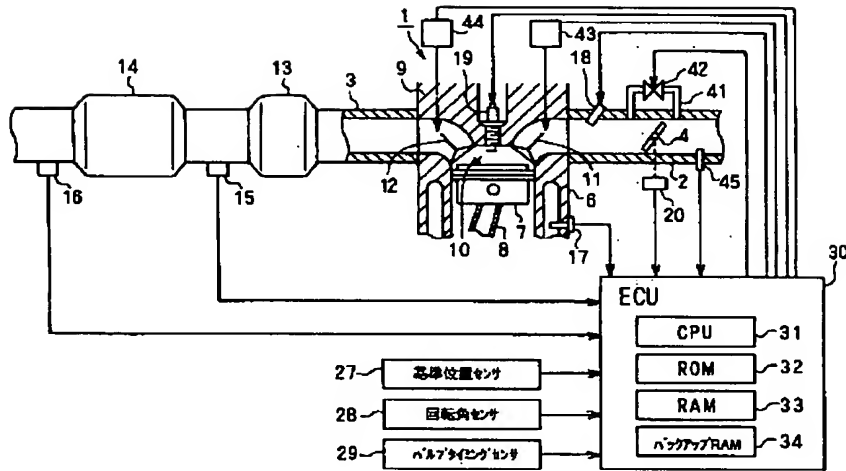
30…ECU、

* 43, 44…バルブタイミング可変機構。

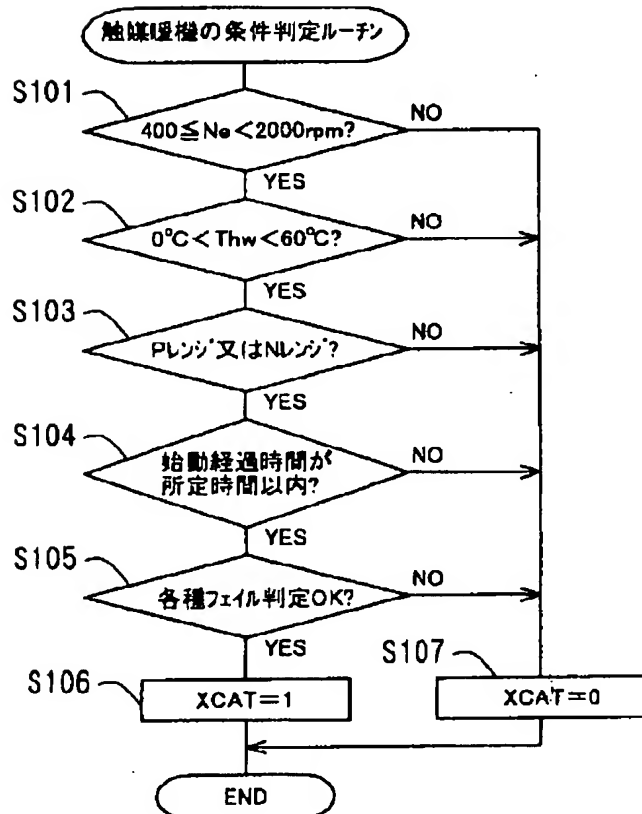
【図 4】



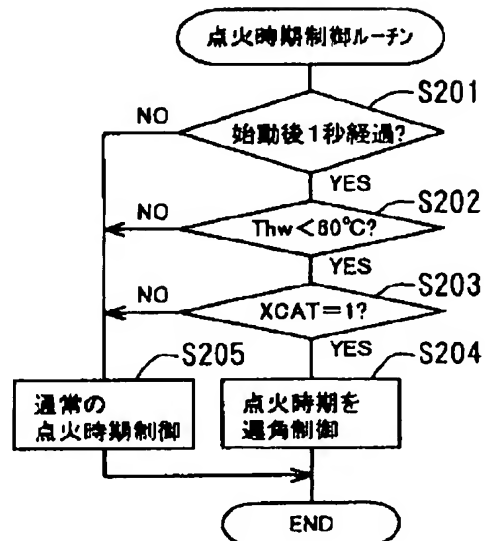
【図1】



【図3】



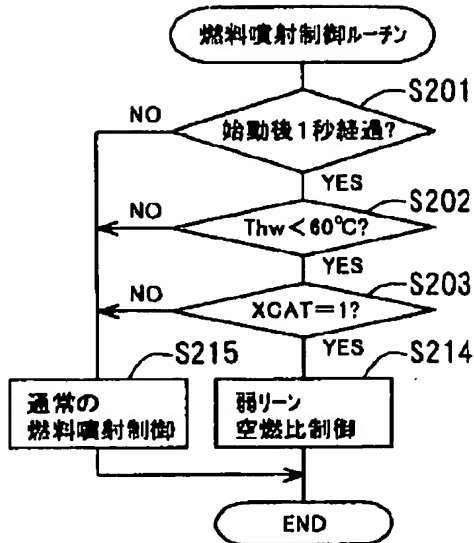
【図5】



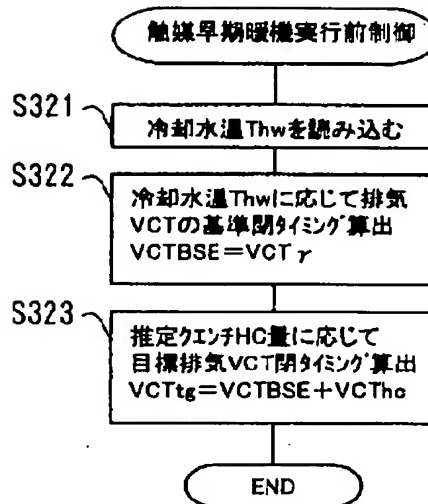
【図11】

冷却水温(吸気温)	0	10	20	30	40
排気開タイミング VCTBSE	5	10	15	15	5

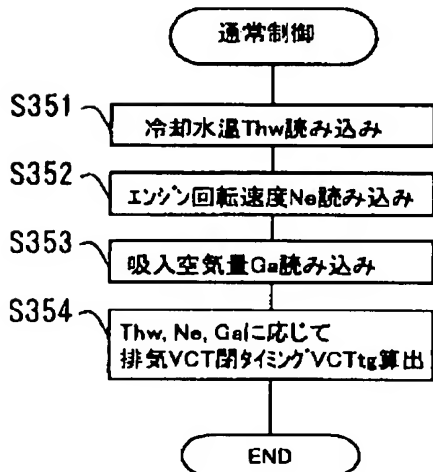
【図6】



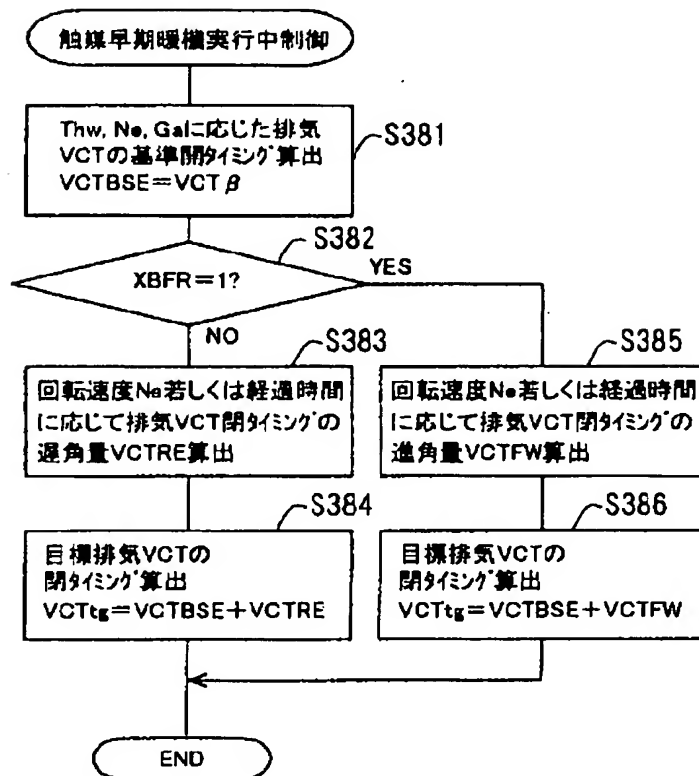
【図8】



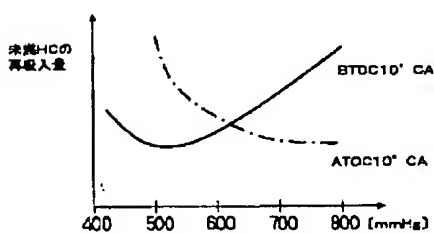
【図9】



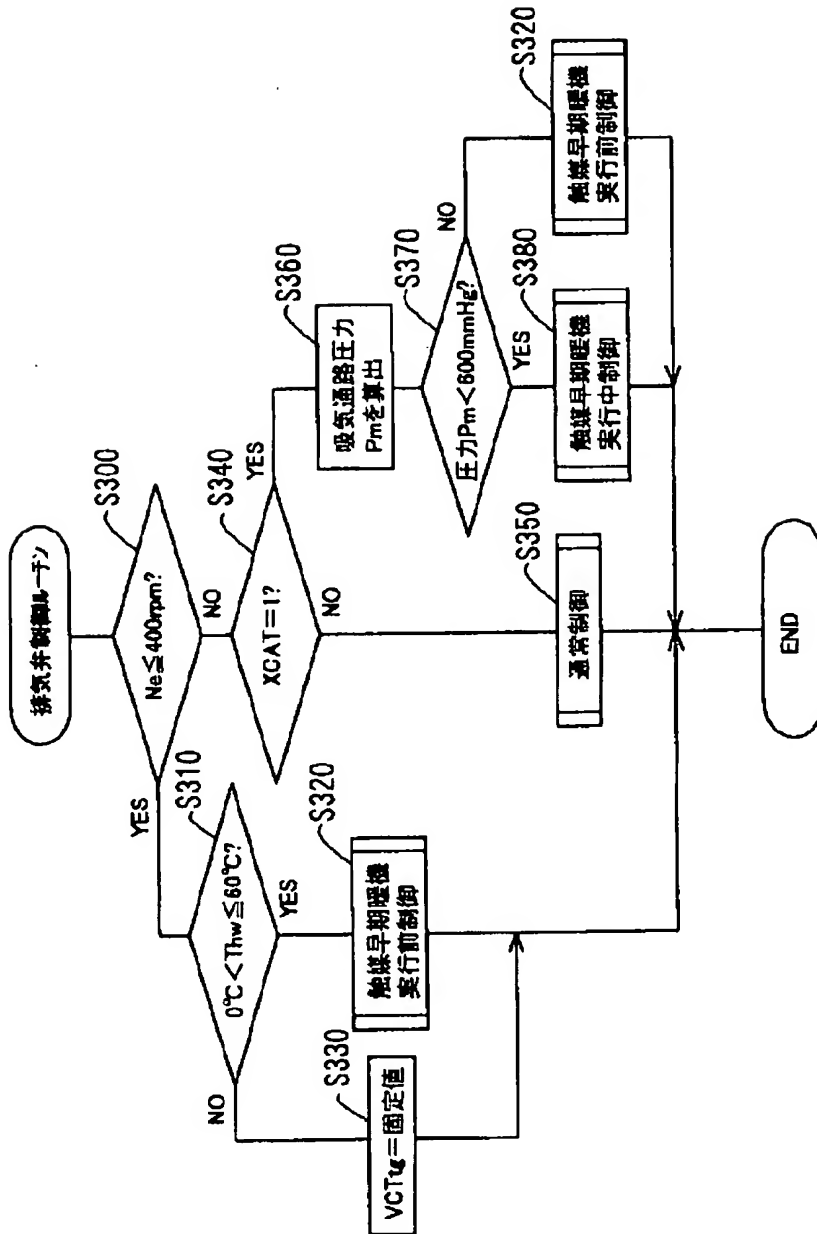
【図10】



【図13】



【図 7】



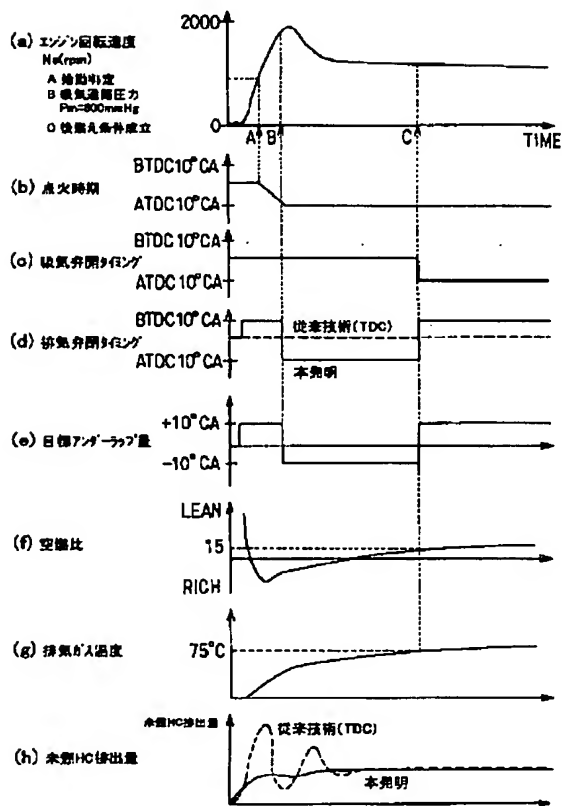
【図12】

点火時期 吸入 空気量 Q_a	BTDC 10	TDC 0	ATDC 10
1	200		
10			800

指定A/F	13	14	15
補正係数FABF	0.9	1	1.1

始動後経過時間	1	5	10
補正係数FTIME	0.9	1	1.05

【図15】



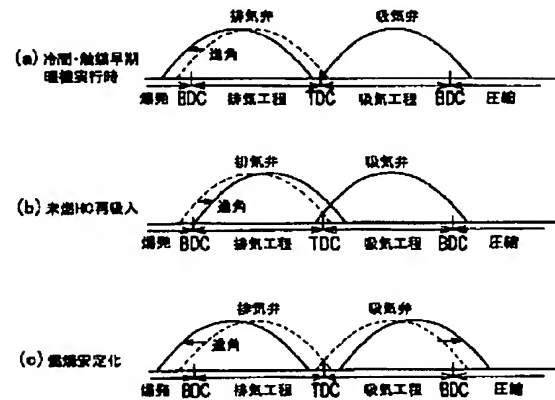
【図14】

回転速度 吸入 空気量 Q_a	500	1000	1500	2000
100				
0	10			

吸気弁 BTDC10° CA
排気弁 ATDC10° CA

吸気弁 TDC
排気弁 BTDC10° CA

【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G084 BA09 BA17 BA23 CA02 DA10
DA25 DA27 EA07 EA11 FA06
FA07 FA11 FA20 FA27 FA30
FA38
3G091 AA28 AB03 BA03 CB02 CB05
CB07 DA02 EA01 EA05 EA06
EA16 EA30 EA34 EA40 FA04
FA12 FB02 HA08
3G092 AA11 BA09 DA01 DA02 DA08
DA12 DG09 EA03 EA04 EC07
FA17 FA18 GA02 HA01Z
HA03Z HA05Z HA13X HB00Z
HC09X HD01Z HD07Z HE01Z
HE08Z HF13Z
3G301 HA19 JA25 JA26 JB09 KA05
LA07 MA01 NA08 NB02 NE23
PA01Z PA07Z PB10Z PD09Z
PD11Z PE01Z PE03Z PE08Z
PE10Z PF10Z